www.radio.ru

1 • 2015

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

90 ЛЕТ *назад впервые прозвучал радиолюбительский CQ из нашей страны*

РАДИО ЛЮБИТЕЛЬ

№ 2 (10)

1925 г.

НАШ ПЕРВЫЙ РЕКОРД

Нижн. Новгород — Моссул

Ф. А. ЛБОВ — первый русский любитель, передача которого была принята заграницей (см. стр. 26).

НОВОСТИ НОМЕРА:

Наш первый рекорд
Как построить мостик
Переменный гридлик
Переворот в радиотехнике
Усилители к Радиолине № 2
Что я предлагаю
Экспериментальная панель

- *Малогабаритный частотомер*
- *Измеритель ёмкости и ЭПС*
- *Режим прямого доступа к памяти микроконтроллера*
- *Часы с измерением метеопараметров*

...и ещё 14 конструкций



1
2015

Наш первый любительский рекорд

Русская любительская передающая станция

Сообщение

R1FL — это позывной, присвоенный мною самим моему любительскому передатчику [1]).

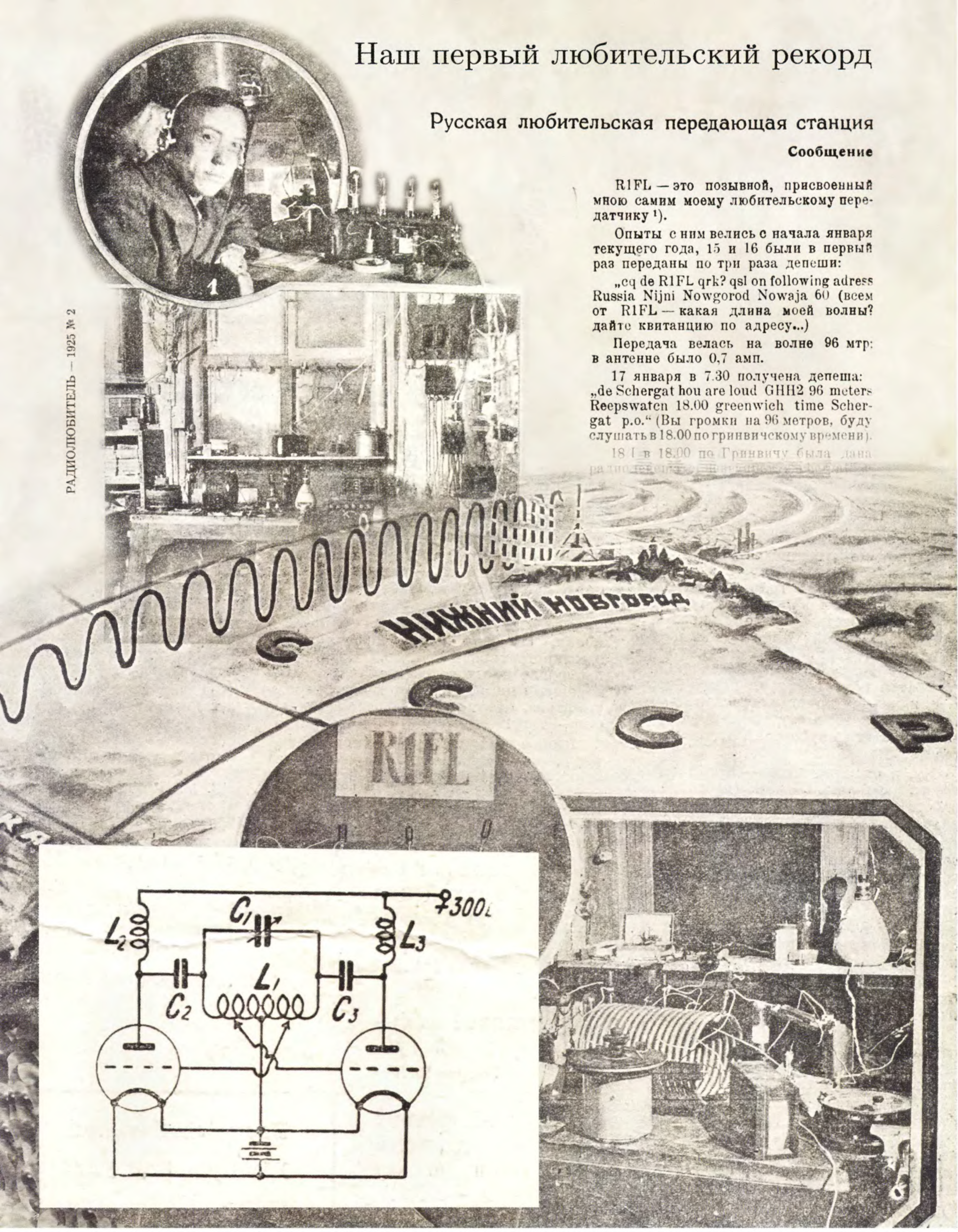
Опыты с ним велись с начала января текущего года, 15 и 16 были в первый раз переданы по три раза депеши:

„cq de R1FL qrk? qsl on following adress Russia Nijni Nowgorod Nowaja 60 (всем от R1FL — какая длина моей волны? дайте квитанцию по адресу...)

Передача велась на волне 96 мтр; в антенне было 0,7 амп.

17 января в 7.30 получена депеша: „de Schergat hou are loud GHH2 96 meters Reepswatcn 18.00 greenwich time Schergat p.o.“ (Вы громки на 96 метров, буду слушать в 18.00 по гринвичскому времени).

18 I в 18.00 по Гринвичу была дана [illegible]



РАДИОЛЮБИТЕЛЬ — 1925 № 2

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПАЯЛЬНЫЕ СТАНЦИИ





Монтажные паяльные станции

- Мощность до 60 Вт
- Темп. нагрева (регулируемая) до 480 °С
- Антистатическое исполнение
- Низковольтный паяльник
- Компактные размеры
- Автоматическая подача припоя (АТР-1115)



Индукционные паяльные станции



- Сверхбыстрый нагрев наконечника
- Мощность до 180 Вт
- Темп. нагрева (регулируемая) до 600 °С
- Возможность применения при бессвинцовой технологии пайки
- «Интеллектуальный» способ пайки (АТР-1121/1122)
- Режим блокировки температуры
- Точное поддержание температуры пайки

Многофункциональные паяльные станции



- 3 канала: монтаж, демонтаж, пайка горячим воздухом
- Мощность до 1100 Вт
- Термовоздушный паяльник: темп. нагрева до 500 °С / поток до 120 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °С)
- Демонтажный вакуумный паяльник (до 480 °С)
- Большой выбор наконечников для всех видов плат
- Удобное управление



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru



узнайте цену!



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. 90 лет назад впервые прозвучал радиолюбительский CQ из нашей страны (см. статью на с. 55).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА "SEVINA"
УСИЛИТЕЛЬ-ФОРМИРОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЧАСТОТОМЕРА
ИСПЫТАТЕЛЬ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
ИЗМЕРИТЕЛЬ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА

Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 02.12.2014 г.

Издается с 1924 года

РАДИО®

1•2015

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**

Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.12.2014 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 14-12-00285.

Уважаемые читатели!

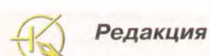
Поздравляем Вас, всех читателей нашего журнала, — и старожилов, давно и регулярно читающих его, и новичков, впервые взявших его в руки, и тех, кто читает журнал от случая к случаю, — с *Новым 2015 годом!* В этом году журналу "Радио" исполнится 91 год со дня выхода первого номера.

В наступившем году тематика журнала останется прежней. На его страницах мы планируем размещать статьи и известных авторов, и новых, впервые публикующих описания своих разработок. Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям.

Два года назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания, только в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2014 гг. Продолжается подписка и на текущий год. Её стоимость на 12 месяцев осталась прежней — 600 руб. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с февраля 2015 г. и оплатить 600 руб., Вы получите № 2—12 текущего года и № 1 за 2016 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на сайте ***el.radio.ru*** заполнить поля формы, указав в них номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу ***http://www.radio.ru/subscribe/oferta.pdf*** на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать номера по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле E-mail. Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта ***www.radio.ru***.

Напоминаем, что продолжается конкурс "Лучшие публикации 2014 года". Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2014 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2015 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес ***mail@radio.ru*** с обязательной пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2014 года". По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступившем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов!



Редакция

Незримый бой

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Секрет успеха — искренность. Если вы можете её изобразить, дело сделано".

Граучо Маркс (американский комик)

Верю — не верю

Вроде бы недавно говорили про информационную безопасность (ИБ), и вот опять. Впрочем, ничего удивительного нет — есть лишь удивительное и порой незаметное развитие всё новых и новых новостей из мира ИБ, обеспечивать и нарушать которую стараются много и регулярно.

Бурный рост объёма персональных больших данных имеет далеко идущие последствия. Вне всякого сомнения, цифровой образ каждого индивидуума будет играть немалую роль в определении его места в мире. Более того, вся эта информация уже сама по себе имеет огромную ценность для интернет-гигантов, для розничной торговли, для компаний, оказывающих финансовые услуги, и многих других. Даже в самый обычный день мы оставляем за собой широкий информационный след. История посещения интернет-сайтов, онлайновые предпочтения, покупательские привычки, принимаемые на работе решения, социальное взаимодействие — всё это переводится в двоичный код, вызывая сложное взаимодействие запросов и ответов, подтверждений и отказов. Когда же в полную мощь заработает Всеобъемлющий Интернет (IoE) и сегодняшние 10 миллиардов подключённых объектов превратятся к 2020 г. в 50 миллиардов, вполне вероятно, наша одежда, наши дома, автомобили, шкафы и холодильники будут передавать всё больше и больше информации о себе и нас самих. Всё бы хорошо, если бы не одно "но"...

Не хотелось пугать, но вот, к примеру, согласно совместному исследованию "Лаборатории Касперского" и агентства B2B International, в России доля компаний, столкнувшихся с внешними киберугрозами за последние 12 месяцев, выросла и вплотную приблизилась к 100 %. И самой значимой внешней угрозой по-прежнему являются вредоносные программы — именно они стали причиной инцидентов у 77 % респондентов.

Вторая по опасности внешняя угроза для компаний — спам. С неприятными последствиями получения нежелательной корреспонденции столкнулись 74 % респондентов. Это неудивительно, так как зачастую спам содержит вложения — те же вредоносные программы, запуск которых на незащищённой машине влечёт за собой утечку информации. Существенно выросла доля корпоративного шпионажа — до 32 %, в основном за счёт сильного увеличения доли подобных инцидентов в больших организациях.

Зато, как показало другое исследование тех же компаний, 13 % опрошенных интернет-пользователей в России не верят в реальность кибератак. По их мнению, угроза преувеличивается компаниями, разрабатывающими инструменты информационной безопасности. Причём даже те, кто знает об угрозах, отнюдь не всегда от них защищаются, только 15 % думают, что могут стать целью киберпреступников, и лишь 22 % респондентов в России не опасаются взлома своих онлайн-аккаунтов. Ну а абсолютное большинство полагают, что их данные не могут быть интересны злоумышленникам. Тем временем практически любой компьютер, смартфон или планшет может быть использован преступниками, например, в качестве бота для рассылки спама, организации DDoS-атак или отправки фишинговых ссылок через мессенджеры и электронную почту. В частности, в 2014 г. 36 % финансовых компаний в России столкнулись с утечкой данных по денежным операциям. При этом 81 % финансовых организаций считает, что они "принимают все необходимые меры для поддержания актуальности защитных технологий".

Инновационный тормоз

Недавно компания Intel призвала ведущие компании в области ИКТ-технологий, здравоохранения и медицины обратить особое внимание на вопросы конфиденциальности данных. Малкольм Харкинс, вице-президент и директор по безопасности и конфиденциальной информации этой компании, заявил, что возможность новых открытий находится под угрозой и призвал представителей отрасли быть более открытыми и ответственными при сборе и использовании данных пользователей. С одной стороны, перед нами открываются небывалые возможности для внедрения инноваций, что, в определённой степени, связано с расширением наших возможностей для вычислений, хранения и анализа "больших данных", но эти возможности также создают неопределённости и опасения среди людей. С другой стороны, темпы развития инноваций будут тормозиться недоверием людей в отношении того, что компании знают о них и как они используют их личную информацию.

Недавний опрос, проведенный компанией Harris Poll, демонстрирует недостаток понимания и доверия в отношении того, как используются персональные данные пользователей. Большинство респондентов (84 %) считают, что определённые данные о них или с их устройств продаются третьим сторонам. Практически две трети владельцев устройств признают, что они не знают, кто получает доступ к данным на их устройствах и как они используются. Более того, половина жителей США не способна правильно определить значение термина "анонимизированные данные", что подтверждает тот факт, что пользователи не знают о том, как их личная информация может быть защищена. При обсуждении конкретных преимуществ распространения их данных участники опроса продемонстрировали готовность обмена информацией, если их персональная информация будет обезличена.

К Intel присоединились Siemens, Personal, Sensity, Privacy Analytics, Knewton, TrustLayers др., которые получают всё больше социальных ценностей от анализа "больших данных" (Big Data), что требует обеспечения надёжной защиты данных пользователей от неправильного использования.

Фальшивые сети

Поставщик технологий защиты информации, компания ESD America, в ходе совместного эксперимента со своими клиентами обнаружила в США более 20 подозрительных базовых станций сотовой связи, которые не имели стандартных идентификаторов и были установлены на военных объектах. В компании заявили, что эти станции предназначены для перехвата сигналов с мобильных телефонов и дистанционного внедрения "жучков". ESD America предлагает своим клиентам защищённый смартфон GSMK CryptoPhone 500 ценою в 3,5 тыс. долл. США, с помощью которого и были отслежены станции-перехватчики и который представляет собой модификацию Samsung Galaxy S3 с кастомизированной (от англ. custom — потребитель — адаптация товара или услуги под конкретного покупателя с учётом его требований и пожеланий) версией Android, которая не только предоставляет дополнительный уровень защиты данных, но и позволяет отражать внешние атаки на устройство.

Перед тем как включить "прослушку", эти станции отправляли на мобильное устройство команду для отключения 4G и перехода на 2G. Поскольку 4G является более защищённым, 2G взломать проще. А чтобы внезапный переход с 4G на 2G на вашем телефоне не бросился вам в глаза, современные перехватчики умеют маскироваться и заставляют устройство отображать 4G, хотя в действительности аппарат уже переключился на тот стандарт, который проще взломать. На вопрос о том, кто же расставил эти базовые станции, эксперты ESD America лишь намекнули на их среднюю цену около 100 тыс. долл. США и на правительство, которому "по плечу" такие траты. Кстати, в марте 2014 г. гендиректор ESD America признался изданию Technology Review, что после раскрытия сведений о масштабах деятельности АНБ Эдвард Сноуденом спрос на CryptoPhone 500 вырос в три раза, и к моменту интервью в мире уже было около 100 тыс. пользователей





этих аппаратов, поскольку разговоры шифруются только между их владельцами.

Шифрованием персональной информации занялись и крупнейшие компании, поэтому в конце сентября 2014 г. директор ФБР Джеймс Коми заявил, что его серьёзно беспокоят предпринятые Apple и Google усилия по шифрованию данных пользователей iOS и Android. К примеру, в новой версии Android даже правительственные организации не смогут получить доступ к хранящимся на устройствах файлам, аналогичная защита реализована и в iOS 8, выпущенной в середине сентября. Глава спецслужбы считает, что правительственные организации всё же должны иметь доступ к данным граждан в экстренных случаях, например, когда речь идёт о террористической атаке. Коми также отметил, что спецслужбы могут изучать содержимое чужого шкафа или смартфона только при наличии судебного ордера, однако факт существования шкафа, который нельзя открыть ни при каких обстоятельствах, кажется ему бессмысленным, ведь речь, к примеру, может идти о похищении детей. Глава ФБР уверен, что наверняка настанет день, когда для спасения жизни людей необходимо будет получить доступ к устройству с зашифрованной информацией и ему не хочется впоследствии отвечать на вопросы о том, почему эти жизни не удалось спасти.

Дыра в доверии

Как сообщили в октябре специалисты по информационной безопасности из компании FireEye, в операционной системе iOS обнаружена серьёзная уязвимость, с помощью которой хакеры могут распространять вредоносные приложения, подменяющие на мобильном устройстве подлинные программы, такие как приложения для работы с электронной почтой и доступа к банковским счетам. Это означает, например, что хакер может узнать персональные банковские данные пользователя, заменив подлинное банковское приложение на фальшивое с похожим интерфейсом. Пользователь при этом может ничего не заметить, так как фальшивка будет имитировать функциональность оригинала. Надо сказать, что эта новость серьёзно встревожила деловые круги по обе стороны океана.

В свою очередь, разработчики Replicant, свободного дистрибутива Android, обнаружили бэкдор (лазейку) в устройствах на базе Android, выпускаемых компанией Samsung Electronics, позволяющий третьим лицам получать удалённый доступ к файловой системе мобильного устройства. Современные мобильные устройства оснащаются двумя отдельными процессорами: процессором приложений, которым управляет операционная система, в данном случае Android, и сигнальным процессором, который отвечает за связь с мобильной сетью. Бэкдор присутствует именно в ПО сигнального процессора. Сигнальные процессоры управляются проприетарными операционными системами (т. е. разработанными самими производителями чипов), и содержащиеся в них лазейки позволяют превратить процессор в "жучок". "Нехороший человек" может включить микрофон, снять GPS-данные и получить доступ к камере, а также к сохранённым в памяти устройства пользовательским данным. Ну а поскольку мобильные устройства постоянно подключены к сети через сигнальный процессор, шпионить можно непрерывно. К тому же в большинстве современных устройств сигнальный процессор тесно связан с процессором приложений и с прочими компонентами, поэтому изолировать его невозможно.

В ноябре Федеральная торговая комиссия (ФТК) США запросила у Apple гарантии того, что смарт-часы Apple Watch, о которых уже рассказывалось на страницах журнала, а также другие мобильные устройства, собирающие информацию о здоровье пользователя, не будут передавать эти данные третьим лицам. Представители ФТК провели несколько встреч с сотрудниками Apple, на которых представители компании заверили чиновников, что данные о здоровье пользователей никак не могут попасть к третьим лицам и не будут передаваться сторонним разработчикам приложений для устройств Apple. Сообщается, что Apple сотрудничает с регуляторами стран, где продаётся её продукция, для обеспечения её соответствия местному законодательству и объясняет встроенные в продукты механизмы защиты данных. При этом основная часть данных, которые собирает Apple Watch и приложение HealthKit, не подпадает под действие американского закона HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act — федеральный закон, в котором установлены правила обмена личной медицинской информацией и её защиты от неразрешённого использования). Тем не менее ФТК настаивает на том, что данная информация всё ещё является крайне личной и следит за тем, как её собирают, защищают и распространяют.

Ещё в сентябре вопросами сохранности данных о здоровье пользователей устройств Apple заинтересовался главный прокурор штата Коннектикут Джордж Джепсен, который обратился к руководству компании с соответствующим письмом.

Четыре пути России

Темой заседания Совета Безопасности РФ, состоявшегося 1 октября 2014 г., были вопросы противодействия угрозам национальной безопасности в информационной сфере, актуальность которой резко возросла в условиях обострения отношений России с рядом западных стран. В своём выступлении на СБ глава государства, в частности, отметил возрастающую роль информационных технологий для общества, экономики и обеспечения жизнедеятельности государства в целом и заявил, что государство не намерено ограничивать доступ в Интернет, ставить его под тотальный контроль, огосударствливать, а также ограничивать законные интересы и возможности людей, общественных организаций, бизнеса в информационной сфере. *"Надёжная работа информационных ресурсов, систем управления и связи, имеет исключительное значение для обороноспособности страны, для устойчивого развития экономики и социальной сферы, для защиты суверенитета России в самом широком смысле этого слова,* — подчеркнул президент, — *необходимо учитывать и существующие в информационной сфере риски и угрозы. Мы видим, что отдельные страны пытаются использовать своё доминирующее положение в глобальном информационном пространстве для достижения не только экономических, но и военно-политических целей. Активно применяют информационные системы в качестве инструмента так называемой мягкой силы для достижения своих интересов".*

При этом на заседании было подчёркнуто, что сегодня России необходимо сформулировать и реализовать комплекс дополнительных мер в области ИБ, и сформулировано четыре основных направления работы в этом направлении:

— качественно повысить защищённость отечественных сетей связи и информационных ресурсов, в первую очередь тех, что используют государственные структуры, стремиться исключить незаконное вмешательство в их работу, а также утечку конфиденциальной и персональной информации;

— обеспечить устойчивость и безопасность российского сегмента Интернета, но при этом защитить граждан от сетевых рисков и угроз, используя при этом практику, которая уже применяется во многих странах мира;

— развивать отечественные технологии, технику и информационные продукты, эффективно стимулируя при этом их использование госструктурами и нашими компаниями;

— расширять сотрудничество в сфере обеспечения международной ИБ с глобальными и региональными организациями.

Принимавший участие в работе СБ глава Минкомсвязи Николай Никифоров позже пояснил журналистам, что в значительной мере обсуждение проблемы обеспечения ИБ шло на основании анализа результатов, полученных в ходе июльских учений по защите российского сегмента Интернета, которые проводились совместно с ФСБ и Минобороны на площадке Минкомсвязи. В ходе этих учений имитировалось отключение извне (со стороны правительства США и американского регулятора Интернета ICANN) российских доменных зон. Министр также сообщил, что Россия намерена формировать дублирующие элементы сетевой инфраструктуры для повышения безопасности российского сегмента, подчеркнув при этом, что эта работа будет вестись в сотрудничестве с членами БРИКС и ШОС. Независимые эксперты уверены, что главным партнёром в этой деятельности может быть Китай, который работает в направлении создания

альтернативной интернет-инфраструктуры уже много лет.

Вместе с тем министр отметил, что угрозы, возникающие в результате использования зарубежных компьютерных и мобильных устройств, являются сильно преувеличенными. В частности, безопасность служебной информации должна обеспечиваться за счёт применения защищённых каналов связи, о чём недавно ещё раз было доведено до сведения чиновников различного уровня. Правда, всех остальных это, похоже, не касается.

Когда очень хочется

В конце октября правительство Великобритании впервые подтвердило информацию о том, что национальные спецслужбы имеют доступ к данным британцев без соответствующего разрешения суда. Этот факт был признан уполномоченной комиссией по надзору за скрытой слежкой после того, как представители правозащитных организаций Privacy International и Liberty and Amnesty International направили иск в специальный Трибунал по расследованию превышения спецслужбами своих полномочий. В докладе комиссии отмечается, что британские спецслужбы имеют несанкционированный доступ к широкому кругу данных граждан, а также к данным, которые предоставляют им разведывательные службы из других стран, включая АНБ США. При этом доступ осуществляется без разрешения суда.

Уже в ноябре немецкая разведка объявила, что планирует создать систему раннего предупреждения о готовящихся на государство кибератаках. Для этого она планирует шпионить за пользователями социальных сетей за пределами Германии (несмотря на протокол шифрования HTTPS), и на это планируется потратить 300 млн евро. Данная программа называется Strategic Technology Initiative (STI). По данным издания Spiegel, часть своего бюджета служба планирует потратить на ещё одну программу под названием Nitidezza. Её суть заключается в покупке на чёрном рынке неизвестных или неопубликованных уязвимостей, которые бы смогли облегчить работу немецких агентов. До 2020 г. на эти цели зарезервировано 4,5 млн евро. Уж не работали ли немецкие агенты над iOS?

Ядерное ПО

Как следует из текста на сайте Еврокомиссии, европейские власти планируют приравнять легальное шпионское программное обеспечение, разрабатываемое местными компаниями для государственных заказчиков, к технологиям двойного назначения и поставить его в один список с ядерными реакторами, камерами со сверхвысоким разрешением и ракетным топливом. То есть теми продуктами и технологиями, которые "обычно служат гражданским целям, но могут быть использованы в военной сфере и для распространения оружия массового поражения". Поправки в список продуктов и технологий двойного назначения были переданы Европарламенту и Евросовету. В случае их согласия, обновлённый список, содержащий шпионское ПО, должен вступить в силу в конце декабря 2014 г.

Примером шпионского ПО, о котором идёт речь, является FinFisher — решение, продажей которого занимается британская компания Gamma International. Согласно описанию на официальном сайте, Finfisher позволяет "выполнять удалённое наблюдение и инфицирование" и способен предоставить "полный доступ к хранимым данным с возможностью получения контроля над целью". FinFisher позволяет взламывать компьютеры под управлением операционных систем Windows, OS X и Linux, а также мобильные устройства на базе Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry и Symbian. Решение позволяет получать доступ к аккаунтам сервисов электронной почты, таких как Gmail, Outlook и Yahoo, а также взламывать учётные записи Skype-сервиса, считающегося одним из самых надёжных на рынке благодаря применяемым в нём технологиям шифрования данных.

Согласно документам, оказавшимся в распоряжении The Guardian, в 2010 г. Gamma International предложила за 287 тыс. долл. США купить FinFisher правящему в Египте режиму для подавления оппозиции. В сентябре 2014 г. сайт Wikileaks опубликовал сведения о том, что FinFisher используется правительственными организациями в Австралии, Бахрейне, Бангладеше, Бельгии, Боснии и Герцеговине, Эстонии, Венгрии, Италии, Монголии, Нидерландах, Нигерии, Пакистане, Сингапуре, Словакии, Южной Африке и Вьетнаме.

В октябре был выпущен отчёт OpenNet Initiative, в котором говорилось, что аналогичное шпионское ПО, разработанное компаниями в США и Канаде, используется в девяти странах на Ближнем Востоке и в Северной Африке для ограничения доступа к сайтам с политическими, социальными и религиозными материалами.

Тот факт, что правительства самых разных стран, которым искренне доверяют их граждане, разрабатывают и используют подобное ПО, уже не секрет. На эту тему, к примеру, в августе 2014 г. на конференции BlackHat выступил директор по исследованиям компании F-Secure Микко Хиппонен: "Не так давно идея о том, что западные демократические государства замешаны в разработке вредоносных программ, казалась дикостью. А как вам такая идея — западные демократические государства оставляют лазейки в системах связи, чтобы следить за другими демократическими государствами? Это именно то, что происходит сейчас".

Смена приоритетов

Можно долго дискутировать о сохранности персональных данных, и, скорее всего, каждое государство сделает в этой сфере так, как посчитает нужным, что бы ни утверждала общественность и правозащитники. Что же касается всего остального, то там возможно всякое. Например, можно снять ответственность за хранение целого ряда персональных данных пользователей, которые выложили о себе всё что можно (и даже что нельзя в приличном обществе) в социальных сетях. Ну разве что банковские данные требуют сохранности, чем, впрочем, банки и занимаются. Но зачем наказывать каких-то провайдеров за нарушения правил хранения того, что, по-видимому, не представляет никакой ценности для их владельцев по сравнению с их желанием громко заявить о себе?

Или что будет, если потребители будут охотно делиться персональными данными за вознаграждение? В таком случае вопросы приватности уйдут на второй план, потому что помимо приобретения сомнительной известности можно ещё и заработать. При этом могут пострадать и такие веб-гиганты, как Google. К примеру, сегодня большинство их пользователей бесплатно предоставляют свои данные. Но что если какой-нибудь конкурирующий поисковик совершенно искренне предложит хотя бы 10 центов за поисковый запрос? Рынок поисковых машин может в одночасье кардинально перемениться, а целый слой хакеров, как в известном фильме, будет вынужден с горечью признать, что "всё украдено до нас".

По материалам ***"Лаборатории Касперского", Cisco, Intel, PCWeek, CNews, The Guardian, РИА Новости, The Huffington Post, Popular Science, Reuters.***

Двухтактный гибридный УМЗЧ на триодах Г-811

А. ЧЕЧНЕВ, п. Володарского Московской обл.

Публикации Сергея Комарова о УМЗЧ с дифференциальным включением выходных трансформаторов [1, 2] не прошли бесследно. Вниманию читателей предлагается статья другого автора об усилителе, в котором использованы генераторные лампы при пониженном анодном напряжении. В этом усилителе выходной импеданс усилителя превышает номинальное сопротивление нагрузки, что в основном связано с "правыми" характеристиками триодов Г-811. Эффект такого соотношения автор нашёл в замечательном, по его мнению, звучании музыки с этим ламповым усилителем.

У меня, как любителя "лампового звука", появилось желание послушать музыку с усилителем мощности на несколько экзотических для аудио триодах Г-811, применяемых некоторыми искушёнными конструкторами в своих УМЗЧ. Несмотря на изобилие схем ламповых усилителей в литературе и Интернете, не удалось найти что-либо приемлемое для повторения. По этой причине решил самостоятельно разработать схему и конструкцию несмотря на многочисленные мнения о возможных сложностях на этом пути.

Конечно, созданный усилитель (фото на **рис. 1**) не претендует на уровень Hi-End, но вполне пригоден для оценки звучания с триодами Г-811 в двухтактном каскаде и, по сути, стал неким экспериментальным изделием, позволяющим в дальнейшем проводить различные доработки, измерения и модификации.

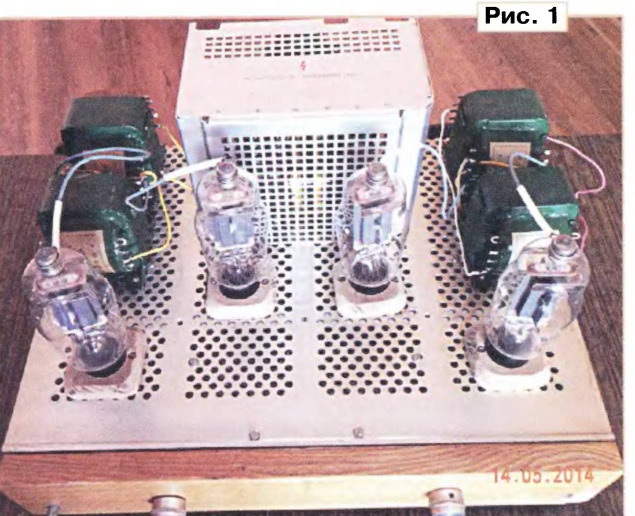


Рис. 1

Почему мощный каскад построен двухтактным? Как отмечено ранее, не удалось найти в доступном информационном пространстве приемлемую конструкцию, кроме того, останавливают солидные массогабаритные показатели и высокая стоимость выходного трансформатора для однотактного усилителя.

Наличие унифицированных трансформаторов ТН56-127/220-50 (требуется два на канал) также повлияло на выбор: применение их в выходных каскадах подобных усилителей неоднократно описано в журнале [1, 2].

Анодное напряжение выбрано около 420 В при суммарном токе анодов всех четырёх ламп 0,4 А исходя из имеющегося сетевого трансформатора мощностью около 300 В·А от старого осциллографа С7-8 с подходящим и немного переделанным под конкретную задачу набором обмоток.

Радиолампа Г-811 является "правым" триодом с анодными характеристиками (**рис. 2**) [3], присущими пентодам, и очень высоким коэффициентом усиления — около 160. Большое усиление позволяет минимизировать число предварительных каскадов и относительно просто реализовать усилитель в целом. Работа лампы в режиме класса А с током сетки (A_2), конечно, добавляет в звучание определённую "изюминку", хотя при недостаточно низком выходном сопротивлении драйвера сеточный ток может стать источником дополнительных нелинейных искажений.

Позволю высказать своё мнение, разумеется, не бесспорное, что феномен лампового звучания возникает в выходном каскаде, оказывающем существенное влияние на работу громкоговорителей. Приняв это во внимание, во входном каскаде совершенно оправданно и логично применить дифференциальный усилитель на транзисторах, а с помощью достаточно мощного эмиттерного повторителя снизить выходное сопротивление драйвера для обеспечения корректной работы триодов выходного каскада с током сетки и немалой входной ёмкостью. Такое схемное решение позволяет обойтись без межкаскадных конденсаторов, что благоприятно сказывается на качестве звука в целом.

Параметры получившегося усилителя не являются выдающимися, их во многом определяют применённые выходные трансформаторы, по сути, предназначенные для других целей. Соответственно изготовив или приобретя более подходящие трансформаторы, можно получить лучшие характеристики. Но о параметрах трансформаторов чуть позже.

Выходная мощность усилителя с выходным каскадом, работающим в режиме класса А, — 24 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом (АС S-90) при коэффициенте нелинейных искажений не более 5 % и рабочей полосе частот 40... 16000 Гц. Общая отрицательная обратная связь, которая может уменьшить выходное сопротивление УМЗЧ, в усилителе не применена из соображений сохранения узкого спектра искажений.

Теперь обратимся непосредственно к принципиальной схеме усилителя, показанной на **рис. 3**.

Входной дифференциальный усилитель собран на транзисторах КТ3102А по известной схеме с источником ста-

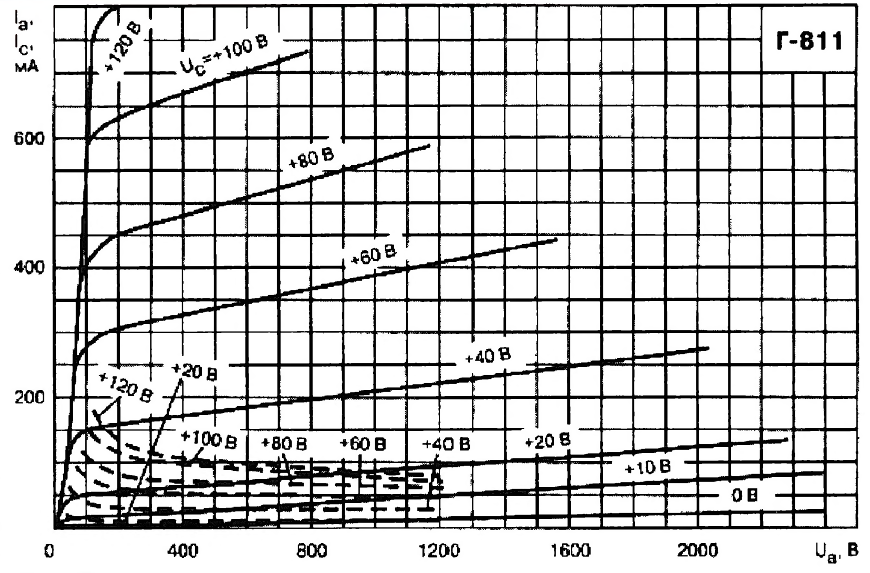


Рис. 2

бильного тока (тоже на КТ3102А). При указанных номиналах резисторов его коэффициент усиления близок к 30. Источником образцового напряжения для задания тока является интегральный стабилизатор TL431, хотя изначально был установлен стабилитрон 2С133А (КС133А), который немного проигрывал по температурной стабильности микросхеме. Каскад питается от стабилизированного источника напряжения 60 В.

Сопротивления резисторов дифференциального каскада рассчитаны для обеспечения работы выходных ламп при анодном токе покоя 100 мА с возможностью его подстройки в широких пределах. Подстроечным резистором R9, изменяющим ток через транзисторы дифференциального каскада, можно существенно изменять падение напряжения на резисторах R4, R10, управляющее смещением на сетках триодов и, соответственно, током выходного каскада. Подстроечный резистор R6 в цепи эмиттеров транзисторов VT1, VT2 позволяет регулировать симметрию сигнала на выходе УМЗЧ без какого-либо подбора триодов Г-811.

Мощные эмиттерные повторители на составных транзисторах VT4, VT5 (установлены на небольшие теплоотводы — площадь поверхности около 30 см²) обеспечивают нормальную работу радиоламп при амплитуде сигнала на сетках до 50 В и токе до 30 мА, что соответствует 10 В действующего значения напряжения на нагрузке 4 Ом. Питание на повторители подаётся от нестабилизированного источника напряжением 72 В.

Выводы нагревателей катода ламп Г-811 соединены с общим проводом "симметрично" через двухваттные резисторы по 100 Ом, создавая падение напряжения на катодах 10 В при токах покоя анодов по 100 мА. Здесь возникает местная отрицательная обратная связь, без которой нельзя обойтись с накальными обмотками без средней точки [4].

Сопротивление резисторов R14, R15 можно изменять в некоторых пределах (+20...–30 %), но оба они должны иметь одинаковое сопротивление. Минимальное значение ограничено мощностью накального трансформатора (ток накала 8 А на две лампы плюс ток через два параллельно соединённых резистора), а максимальное — мощностью рассеяния и глубиной местной обратной ОС (влияет на звук) и напряжениями на управляющих сетках.

Рис. 3

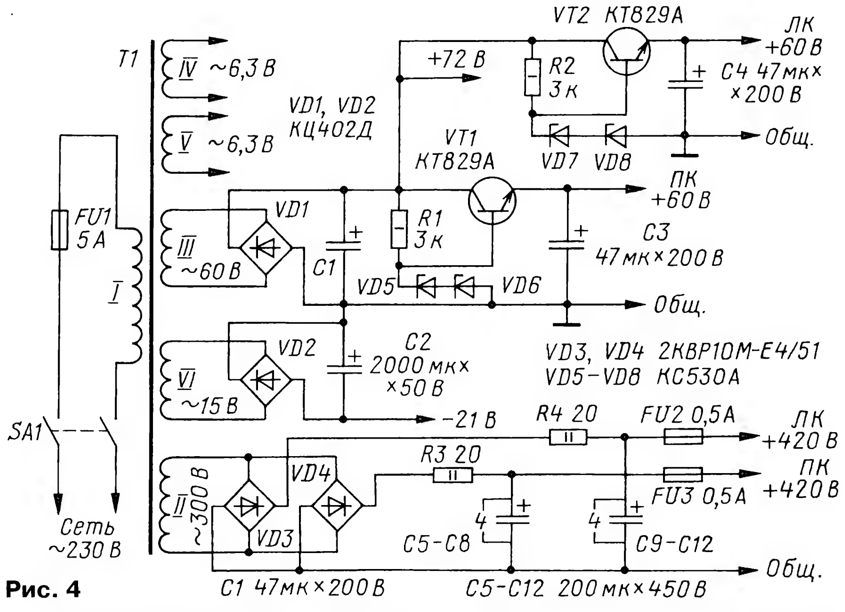


Рис. 4

Первичные обмотки выходных трансформаторов соединены перекрёстно-последовательно, как показано на рис. 3. Трансформаторы ТН56-127/220-50 предоставляют широкое поле для эксперимента в различных комбинациях включения нагрузки исходя из номинального сопротивления АС, необходимости демпфирования основного резонанса НЧ головки, изменения спектра искажений и субъективных оценок звучания.

В описываемой конструкции использовано последовательное включение двух вторичных обмоток с номерами выводов 11 и 12 (отводы для 5 В). Номинальное сопротивление АС, равное 4 Ом, через полученный с двумя трансформаторами коэффициент трансформации (50) пересчитывается в анодную цепь мощных ламп эквивалентным сопротивлением 10 кОм, что по субъективному впечатлению (и учётом ряда рекомендаций) при указанном анодном напряжении и токе оптимально для выбранных ламп. Выбор выходного сопротивления усилителя напрямую зависит от особенностей применяемых с ним АС, поскольку они в полосе частот оказываются нагрузкой с комплексным сопротивлением. По сути, всегда надо рассматривать характеристики звучания только вместе как систему УМЗЧ—АС.

Резистор R11, соединяющий базу транзистора VT2 с общим проводом, можно использовать для введения общей ООС через дополнительный резистор, который будет плечом делителя сигнала с вторичных обмоток выходных трансформаторов.

Для питания усилителя требуются четыре источника напряжения постоянного тока и один — переменного тока для накала катодов ламп (схема БП показана на **рис. 4**). Стабилизированное напряжение +60 В для дифференциальных каскадов обеспечивается стабилизаторами на транзисторах VT1, VT2. Остальные напряжения не стабилизированы: –21 В — для питания источника тока, +72 В — для эмиттерных повторителей, а также +420 В — для питания триодов Г-811. Анодные цепи питания защищены плавкими вставками.

Для подбора сетевого трансформатора Т1 (или его изготовления) будут полезны следующие данные. Обмотка II

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

на 300 В переменного напряжения должна обеспечивать ток не менее 0,7 А. Источник отрицательного напряжения 21 В питает обмотка VI с переменным напряжением 15 В, он должен обеспечивать ток не менее 50 мА. Накальное напряжение 6,3 В подаётся в каждый канал УМЗЧ с отдельных обмоток сетевого трансформатора, рассчитанных на ток 8,5 А каждая. Для источников напряжения 60 и 72 В обмотка III должна выдавать 58...60 В переменного тока (минимум 0,25 А).

В выпрямителях БП можно использовать диодные мосты (например, серии КЦ402), сборки или отдельные диоды, обеспечивающие необходимые запасы по средневыпрямленному току и обратному напряжению. Автор использовал импортные диодные мосты.

Оксидные конденсаторы — также импортные, работоспособные при температуре до 105 °С (CapXon, Jamicon), а в цепях питания входных каскадов использованы бескорпусные оксидные конденсаторы. Остальные конденсаторы — К73-17.

Конструктивно усилитель выполнен из материалов, которые были под рукой. Каркасом корпуса стал ящик от старого письменного стола. Верхняя панель, послужившая основой для всех тяжёлых и крупногабаритных деталей, подошла от старого измерительного прибора. Оба канала стереоусилителя выполнены одинаково (основные узлы размещены симметрично) в виде моноблока.

Печатные платы для источника питания анодных цепей изготовлены вырезанием проводящих дорожек на фольгированном стеклотекстолите. Дифференциальные каскады собраны на макетных платах, которые установлены на несущую плату, где размещены эмиттерные повторители, выпрямители и стабилизаторы напряжений +60, +72 и −21 В. Фотографии, показанные на **рис. 5** и 1, поясняют принципы размещения узлов. Эксплуатировать собранный и налаженный усилитель необходимо с защитным кожухом.

О замене деталей. Транзисторы КТ3102А (VT1, VT2) можно заменить аналогичными с допустимым напряжением $U_{КЭ\ макс} \geq 60$ В. Пару транзисторов дифференциального каскада желательно подобрать с одинаковым коэффициентом передачи тока базы.

При отсутствии микросхемы TL431 вместо неё можно применить стабилитрон КС133А. Резисторы коллекторной нагрузки дифференциального каскада желательно подобрать или применить прецизионные из ряда с отклонением не более ±1 %. Транзисторы КТ829А можно заменить импортными TIP122, что даже предпочтительнее. Эти транзисторы также следует установить на небольших теплоотводах. В процессе налаживания они могут рассеивать повышенную мощность. Вместо каждого из указанных мощных транзисторов можно применить составной из транзисторов КТ815Г и КТ819Г.

Радиолампы специально не подбирались, но желательно, чтобы они были из одной партии.

Подстроечные резисторы — импортные многооборотные, переменные — импортные, с плавным вращением, но можно применить и современные с дистанционным управлением.

Налаживание начинают с проверки напряжений на выходах источников питания.

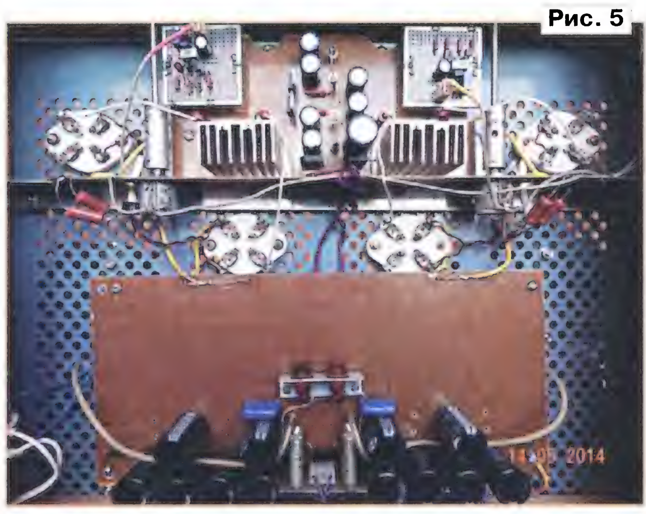


Рис. 5

Получив необходимые напряжения и не устанавливая пока лампы (анодные колпачки следует изолировать должным образом), подстроечным резистором R6 устанавливают напряжение на коллекторах транзисторов VT1, VT2. Оно должно быть одинаковым (в интервале 18...20 В) и для первого включения. Для этого источник стабильного тока на транзисторе VT3 должен выдать ток 7,2 мА, при этом сумма сопротивлений в цепи эмиттера транзистора VT3 должна быть примерно 280 Ом (для TL431). Её можно установить перед включением предварительной регулировкой подстроечного резистора R9.

При правильном монтаже и исправных деталях указанных на схеме номиналов это не составит труда. В ходе экспериментов было сделано семь экземпляров дифференциальных каскадов, которые налаживались с первого раза.

Затем проверяют напряжение на эмиттерах повторителей (VT4, VT5), оно меньше напряжения на базе примерно на 1 В.

Если всё нормально, можно приступить к налаживанию уже вместе с радиолампами. Анодный ток через каждый триод (в интервале 50...70 мА) лучше контролировать по напряжению на катодных резисторах R14, R15, которое, если всё исправно, окажется в интервале 5...7 В.

Подав сигнал на вход усилителя (напряжение в интервале 100...300 мВ), контролируют его на эквиваленте нагрузки, подключённом к выбранным вторичным обмоткам трансформаторов Т1, Т2, и если есть необходимость, дойдя до порога ограничения сигнала, подстроечным резистором R5 устанавливают симметричность ограничения.

Ток анода каждой лампы, равный 100 мА, устанавливают подстроечным резистором R9. При необходимости снова корректируют режим ламп выходного каскада усилителя.

Как показала практика, не стоит размещать регуляторы громкости вблизи от накальных цепей, даже выполненных витой парой проводов достаточного сечения. Уделите должное внимание оптимизации расположения элементов и разводке цепей питания. В результате в моём усилителе достигнуто напряжение фона 4 мВ на эквиваленте нагрузки 4 Ом. При изготовлении подобного усилителя, надеюсь, у других получится лучше.

Разводка общего провода в усилителе выполнена следующим образом. Регуляторы громкости закреплены на пластине из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, которая и является местом соединения всех общих проводов, вблизи соответствующих своему каналу регуляторов. То есть оплётка сигнального провода, общий провод с дифференциального усилителя и с платы питания соединяются около переменного резистора — регулятора громкости. На фотографии шасси усилителя (рис. 5, вид снизу) это хорошо видно.

В начале статьи мной отмечен экспериментальный характер созданного усилителя, работа над которым позволила приступить к созданию двухтактного усилителя с Г-811 полностью на радиолампах и также без разделительных конденсаторов.

К месту сказать о субъективной оценке звучания — никакие цифры не могут передать наслаждения от прослушивания музыкальных треков на изготовленном по описанной схеме усилителе. Поэтому могу просто пожелать удачных экспериментов с выбором оптимального значения анодной нагрузки комбинацией соединения обмоток (с выводами 7—8, 9—10, 11—13) выходных трансформаторов для другого номинального сопротивления нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Комаров С.** УМЗЧ на "телевизионных" лампах с трансформаторами ТН. — Радио, 2005, № 12, с. 20—22.

2. **Комаров С.** Двухтактные ламповые УМЗЧ с дифференциальным включением выходных трансформаторов. — Радио, 2006, № 4, с. 16—19; № 5, с. 16—18.

3. **Торопкин М. В.** Ламповый Hi-Fi усилитель своими руками. — С.-Пб., Наука и техника, 2005, с. 141.

4. **Агафонов Б. С.** Теория и расчёт радиотелефонных режимов генераторных ламп. — М.: Советское радио, 1955.

От редакции. *Транзисторы дифференциального каскада КТ3102А питаются от источника напряжения 60 В, что превышает паспортное значение $U_{КЭ\ макс}$ = 50 В. Поэтому для обеспечения надёжности рекомендуем применить транзисторы с напряжением $U_{КЭ\ макс}$ не менее 60 В, например, КТ315И либо аналогичные импортные.*

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

10 ноября 2014 г. в 14.00 по международному координированному времени (UTC) радиостанция "Голос России" окончательно ушла в историю — в эфире произошёл модный в наши дни ребрендинг, и на всех языках российского иновещания в эфире зазвучала новая радиостанция "Спутник".

До этого момента, ликвидированный как юридическое лицо, "Голос России" оставался в качестве легко узнаваемого радиовещательного бренда нового Международного информационного агентства (МИА) "Россия сегодня", став его частью с 1 апреля 2014 г.

"Радио Спутник" ("Sputnik") в каждой из стран отныне будет представлять собой мультимедийный центр, включающий радиостанцию для местной аудитории, сайт, новостное агентство и пресс-центр. Редакции "Спутника" в различных столицах мира будут вести свои сайты и осуществлять трансляцию на местных частотах. Планируется, что уже в 2015 г. объём вещания превысит 800 ч в сутки в 34 странах и 130 городах мира.

Трансляции будут осуществляться на 30 языках: русском, абхазском, азербайджанском, английском, арабском, армянском, грузинском, дари, испанском, казахском, крымскотатарском, киргизском, китайском, курдском, латышском, молдавском, немецком, таджикском, польском, португальском, пушту, сербском, турецком, узбекском, украинском, финском, французском, хинди, эстонском и японском.

Радиовещание будет идти только в современных форматах: в УКВ-диапазоне — в цифровых форматах DAB/DAB+ (Digital Radio Broadcasting), HD-Radio, а также в форматах мобильных телефонов и Интернете. В дальнейшем планируется наладить круглосуточное вещание (источник — URL: **http://russian.rt.com/article/58824#ixzz3ljJPDhpv** (25.11.14)).

АДЫГЕЙСКАЯ РЕСПУБЛИКА. "Адыгейское радио" транслирует свои программы по понедельникам и пятницам с 18.00, а по воскресеньям — с 19.00. На адыгейском языке вещание ведётся по воскресеньям и пятницам, а по понедельникам — на адыгейском, арабском, турецком и курдском языках. Частота вещания — 6000 кГц, азимут — 1900, мощность передатчика — 100 кВт. Кстати, это одна из последних оставшихся в России коротковолновых радиостанций.

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА. В г. Нальчике филиал РТРС "РТПЦ Кабардино-Балкарской Республики" начал трансляцию программ радиостанции "Мир" на частоте 99 МГц (источник — URL: **http://nalchik.rtrs.ru/news/read/146/** (25.11.14)).

КРЫМ. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился г. Симферополь, частота вещания — 101,2 МГц.

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

На базе АНО "Телерадиокомпания "Крым" созданы пять новых средств массовой информации, которые прошли регистрацию в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. В частности, официальную регистрацию получил телеканал "Первый Крымский", кроме того, зарегистрирован новый телеканал "Крым 24", а также радиостанции "Крым", "Крым. Точка" и "Море".

Государственная телерадиокомпания "Крым" теперь полностью перерегистрирована в соответствии с российским законодательством, получив тем самым возможность вещать не только в Крыму, но и на территории Российской Федерации (источник — URL: **http://crimea.comments.ua/news/2014/11/07/082523.html** (25.11.14)).

КУРГАН. Единственная курганская местная радиостанция "За облаками" впервые появилась в эфире 28 декабря 2002 г. Она транслирует свои программы на двух частотах: в г. Кургане — на частоте 101,5 МГц, в г. Шадринске — на частоте 105,8 МГц. В октябре 2014 г. станция одержала победу в конкурсе на право вещания в г. Архангельске на частоте 87,9 МГц (источники — URL: **http://zaoblakami.ru/about**, **http://zaoblakami.ru/news/73203** (25.11.14)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал трансляцию программ "НН-Радио" ("NN-Radio") в районном центре Сокольское. Вещание идёт круглосуточно на частоте 88,3 МГц. "НН-Радио" — радиостанция местного формата, она вещает в режиме "Инфохит". Музыкальные блоки чередуются с новостями (источник — URL: **http://nnovgorod.rtrs.ru/news/read/258/** (25.11.14)).

НОВОСИБИРСК. По итогам конкурса, проводившегося в Роскомнадзоре, радиостанция "Наше Радио" выиграла право вещания на частоте 95,4 МГц в г. Новосибирске. Трансляции начнутся в 2015 г. Эта радиостанция уже работала в городе в начале двухтысячных годов, но затем ушла из третьего по численности населения города страны из-за низкой популярности (источник — URL: **http://tayga.info/news/2014/10/29/~118**447 (25.11.14)).

Позывные радиостанции "Мир" скоро зазвучат в Новосибирске. Чтобы их услышать, достаточно будет настроиться на частоту 95 МГц (источник — URL: **http://mir24.tv/news/society/11504569** (25.11.14)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. В г. Уссурийске началось вещание радиостанции "Rock FM". Частота вещания — 102,3 МГц. Для станции это четвёртый регион за пределами Москвы и Подмосковья. Ранее, 16 июля этого года, началось вещание в городе Ноябрьске Ямало-Ненецкого АО, 12 сентября — в г. Ачинске Красноярского края, 3 октября — в г. Арзамасе Нижегородской обл.

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Свердловский ОРТПЦ" приобрёл семь передатчиков разной мощности "RT-FMS-101", "RT-FMS-1001" для радиовещания в УКВ-диапазоне. Новыми современными передатчиками заменят устаревшее оборудование станций. Радиопередатчики со встроенным цифровым стереокодером и фильтром гармоник будут установлены на радиовещательных станциях в г. Екатеринбурге и г. Артёмовске.

В ближайшее время в Екатеринбурге в эфире зазвучат радиостанции "Радио Вера" (93,7 МГц) и "Радио России" (95,5 МГц), где будут установлены передатчики мощностью 1 кВт. В г. Артёмовске предварительно планируется запуск вещания радиостанций "Наше радио" (99,3 МГц) и "Радио СИ" (103,8 МГц), там установят передатчики мощностью 100 Вт. Кроме того, на современные будут заменены устаревший радиопередатчик, транслирующий программу "Авторадио" (105 МГц) мощностью 2 кВт, и передатчик, транслирующий программу "Радио СИ" (68,39 МГц) мощностью 1 кВт. Также планируется заменить передатчик мощностью 5 кВт в РТПС "Гурзуфская", транслирующий программу "Радио СИ" (103,7 МГц) на современный (источник — URL: **http://ekburg.rtrn.ru/news/read/188/** (25.11.14)).

НОВОСТИ СЕТЕВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

"Наше радио" продолжает расширять свою географию. 1 ноября радиостанция появилась в эфире г. Краснотурьинска Свердловской обл. на частоте 107,8 МГц. Помимо этого, в 2014 г. началось вещание в городах Геленджике, Петропавловске-Камчатском, Кемерове, Новокузнецке, Ростове-на-Дону и Норильске. "Наше радио" работает в 45 городах России (по состоянию на начало ноября 2014 г.).

В процессе запуска вещания находятся ещё 11 городов: Биробиджан, Волгоград, Магадан, Нарьян-Мар, Нижневартовск, Нижний Новгород, Сургут, Тольятти, Томск, Тюмень и Ханты-Мансийск (источник — URL: **http://nsn.fm/music/nashe-radio-1-noyabrya-nachinaet-veshchanie-v-krasnoturinske.php** (25.11.14)).

ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

АВСТРАЛИЯ. Служба иновещания из Австралии — "Radio Australia" прекратила своё существование. В коротковолновый эфир теперь транслируются программы внутреннего вещания. Тем не менее австралийское присутствие на коротких волнах 24 часа в сутки, 7 дней в неделю в зимнем сезоне сохраняется.

БЕЛАРУСЬ. Расписание работы радиостанции "Беларусь" в диапазонах коротких и средних волн на белорусском, русском, польском, немецком, французском, английском и испанском языках: с 11.00 до 23.00 — на частоте 11730 кГц; с 17.05 до 23.00 — на частоте 6155 кГц; с 16.00 до 18.00 — на частоте 1170 кГц.

Через сеть УКВ-передатчиков:

— г. Брест, частота вещания — 96,4 МГц;

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

— г. Гродно, частота вещания — 96,9 МГц;

— г. Свислочь Гродненской обл., частота вещания — 100,8 МГц;

— дер. Геранены Ивьевского района Гродненской обл., частота вещания — 99,9 МГц;

— г. Браслав Витебской обл., частота вещания — 106,6 МГц;

— г. Мядель Минской обл., частота вещания — 102 МГц.

Вещание в УКВ-диапазоне осуществляется круглосуточно (дневной блок транслируется с 14.00 до 02.00, его повтор — с 02.00 до 14.00).

ЕГИПЕТ. "Радио Каир" на русском языке вещает на ранее не использовавшейся станцией частоте 9430 кГц в период с 19.00 до 20.00. Качество модуляции очень плохое, речь можно разобрать с трудом.

ИРАН. С 26 октября два утренних получасовых эфира "Русской службы" "Голоса Исламской Республики Иран" (выходившие в эфир в 03.50 и в 05.50) отменены. Вместо этого в 08.20 в эфир выходит новая часовая программа. Полное расписание передач:

— 08.20—09.20 — на частотах 17685, 17820, 21600 кГц;

— 14.20—15.20 — на частотах 1449, 7340, 9580, 11880 кГц;

— 6.50—17.50 — на частотах 6110, 7375 кГц;

— 17.50—18.50 — на частотах 6110, 7305 кГц;

— 19.20—20.20 — на частотах 702, 6180, 7425 кГц.

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. В настоящее время трансляция "Радио Приднестровья" ведётся только на одной средневолновой частоте 621 кГц, мощность передатчика — 150 кВт. Транслируются передачи на молдавском, русском и украинском языках с 04.00 до 09.00 ежедневно, кроме субботы и воскресенья. (Информация предоставлена С. Н. Омельченко, техническим директором ОАО "Приднестровский радиотелецентр").

ФРАНЦИЯ. "Международное французское радио" в зимнем вещательном сезоне ежедневно работает по следующему расписанию:

— с 16.00 до 17.00 — на частотах 11860 и 13730 кГц;

— с 19.00 до 20.00 — на частотах 5895 и 9840 кГц.

ЭСТОНИЯ. В г. Таллине начала своё вещание новая русскоязычная музыкальная радиостанция "Волна". "Целевая аудитория нового музыкального радио — все, кому по душе приятная и знакомая поп-музыка. На "Волне" можно услышать русские и зарубежные хиты, которые разбавлены любимой музыкой восьмидесятых и девяностых. Частота вещания — 107,1 МГц (источник — URL: **http://rus.delfi.ee/daily/estonia/foto-delfi-nachala-veschanie-novaya-russkoyazychnaya-radiostanciya-volna?id=70172577** (25.11.14)).

Хорошего приёма и 73!

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. *Часть 5*

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

В этом разделе начинаем второй этап доработки, связанный с изменениями в трактах ВЧ и ПЧ. Потребуются инструмент и измерительная техника согласно списку, ссылка на который приведена во второй части статьи ("Радио", 2014, № 10). Все последующие работы потребуют полной разборки приёмника, поэтому начнём с неё. Сначала снимают ручки со всех регуляторов (переменных резисторов) и валкодера. Причём ручка валкодера может быть дополнительно закреплена гайкой. Затем вывинчивают шесть шурупов приёмного блока, здесь выручит длинный пинцет. Все мелкие принадлежности сразу складываем в коробку с надёжной крышкой. Отсоединяют шлейф, идущий к плате № 5 (УЗЧ+питание). Весь радиоприёмный блок (**рис. 5.1**) вынимают из корпуса, начиная со стороны снятого шлейфа и повернув магнитную антенну относительно основного положения примерно на 30...50°. Шлейф между платами № 1 и № 9 расположен под экраном — его надо аккуратно отпаять со стороны платы № 1.


Рис. 5.1


Рис. 5.2

Для размещения приёмника в разобранном виде (**рис. 5.2**) я использовал деревянную доску (или лист фанеры) размерами 60×60 см. Она позволит свободно перемещать приёмник, что повышает удобство пайки и проведение различных измерений и регулировочных работ.

От первого этапа осталось завершить работы на плате № 1, поскольку все элементы на ней стали доступны. Конденсаторы 1 (1С95), 2 (1С96) (см. рис. 2.15), перемычку (см. рис. 2.16) и дроссель 4 (1L*) удаляют, взамен последнего устанавливают дроссель индуктивностью 22...47 мкГн, рассчитанный на ток 2...3 А (**рис. 5.3**). Расположенный рядом оксидный конденсатор 3 (1С85) ёмкостью 2200 мкФ заменяют конденсатором с меньшей ёмкостью — 470 мкФ, но рассчитанным на напряжение не менее 16 В (у них меньше ESR). Конденсаторы 5 тоже будем менять, но об этом подробнее при доработке узлов SSB-тракта.

Доработка платы контроллера

Многие владельцы приёмника S-2000 жалуются на ненадёжную работу валкодера, в частности, и мой приёмник выпуска 2011 г. часто произвольно менял направление перестройки по частоте на один шаг. Этот эффект выражен сильнее при медленном вращении и особенно мешает при настройке на сигналы SSB-станций. Мне известны два варианта конструкции платы контроллера (плата № 9). В приёмнике выпуска 2008 г. применён микроконтроллер PL-450, в 2011 г. — PL-660. В последнем случае схема платы контроллера стала проще.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2014, № 9—12



Рис. 5.3

К сбоям приводит так называемый дребезг контактов, причиной которого является неустойчивый контакт в механическом валкодере. Сразу разрушу надежду на то, что заменой валкодера на новый можно с большой вероятностью избавиться от проблемы. Новый может быть даже хуже, а разборка и чистка старого ничего не даст, дело не в износе контактов. Их дребезг обусловлен конструкцией и имеет для каждой из 50 позиций полного оборота свой характерный вид. Изготовитель приёмника в недостаточной мере скомпенсировал эту особенность схемными решениями или программно. Несмотря на отличия в схемах, принцип работы и причины возникновения проблемы в обеих вариантах приёмника одинаковы.

Алгоритм считывания информации с валкодера такой. Когда в канале А возникает перепад напряжения, в канале Б оно не меняется (и наоборот). Микроконтроллер "ловит" перепад и выполняет соответствующую подпрограмму — изменяются частота и показания табло с перестройкой на один шаг. Если возникает дребезг контактов или небольшое перемещение колеса валкодера около установленной позиции, повторные перепады в канале А не приведут к изменению настроек частоты. Но программа при каждом перепаде в канале А запоминает новый потенциал, чтобы при последующем предполагаемом перепаде в канале Б, "зная", чем закончился последний шаг счёта в канале А, менять счёт в правильную сторону.

Как показали измерения, при медленном вращении валкодера на его выходах возникают нежелательные пачки (1...20 мс) импульсов (0,04...1 мс). В момент появления перепада напряжения запускается отработка события в подпрограмме и контроллер в течение этого времени не "замечает" другие перепады. К концу пачки сигнал стал стабильным, но, возможно, контроллер уже определил его ранее как противоположный. Он уже не перепроверяет уровень сигнала и не корректирует информацию, а неверная интерпретация сигнала только в одном канале валкодера из двух приводит в дальнейшем к изменению направления счёта и к несовпадению направления вращения валкодера с изменением частоты.

Схема узла обработки сигналов валкодера в приёмнике выпуска 2008 г. показана на **рис. 5.4**. Сигнал валкодера S1 — это напряжение на конденсаторах 9C2 и 9C37, которое поступает на входы логических элементов 9IC3.1 и 9IC3.2. Логический элемент переключается при прохождении напряжения на этих конденсаторах через пороговое значение $U_{пит}/2$. Конденсаторы 9C2 и 9C37 образуют с резисторами 9R5 и 9R66 RC-цепи с постоянной времени около 2 мс. Эти цепи должны были бы устранить проблемы с дребезгом. Но разработчик, видимо, не учёл, что при замыкании контактов валкодера за считанные микросекунды эти конденсаторы разряжаются через резисторы 9R68 и 9R12 (9R13). Поэтому для начала следует добиться симметричности зарядки и разрядки конденсаторов.

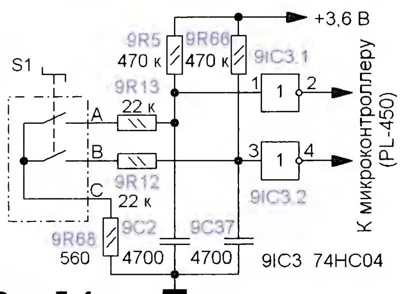


Рис. 5.4

Как это сделать в приёмнике выпуска 2008 г., показано на **рис. 5.5**. Между каждым контактом валкодера и линией питания +3,6 В устанавливают постоянные резисторы R2 и R3, а резисторы 9R12 и 9R13 заменяют аналогичными, но с большим на порядок сопротивлением. Контроллер всегда питается от батарейного источника питания, и цепи питания валкодера тоже всегда потребляют ток, даже если приёмник находится в "спящем" режиме. В зависимости от сопротивления применённых резисторов при двух замкнутых контактах

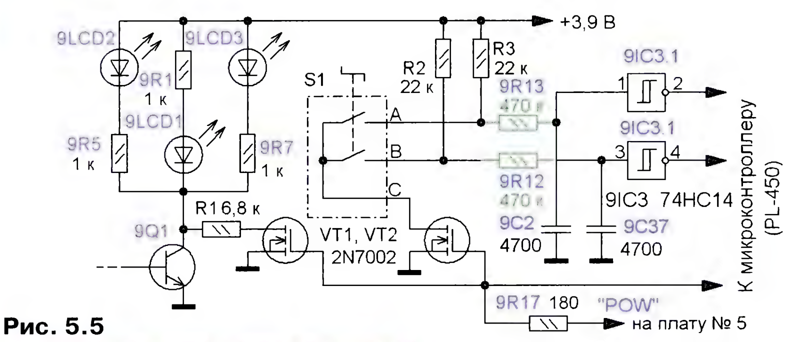


Рис. 5.5

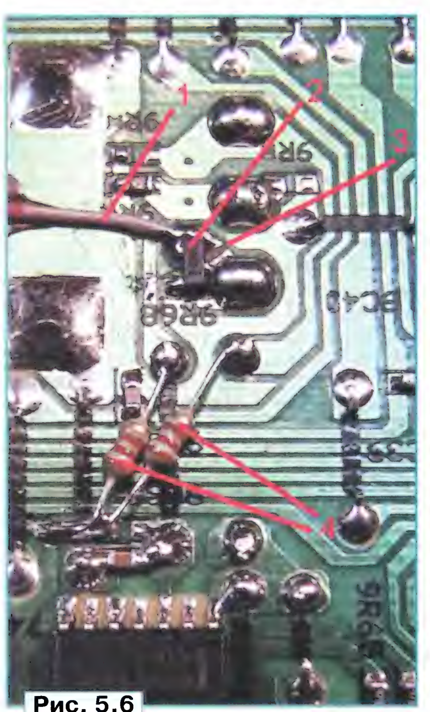


Рис. 5.6

валкодера через них протекает ток до 360 мкА, а остальные элементы платы № 9 потребляют ток 100...150 мкА. Поэтому за год "спящий" валкодер может израсходовать один комплект батарей. Для устранения этой "утечки" устанавливают полевой транзистор VT2 (рис. 5.5), включающий валкодер вместе с приёмником. Этот транзистор устанавливают на место предварительно удалённого резистора 9R68. Как установить его и другие дополнительные элементы на плате приёмника выпуска 2008 г., показано на **рис. 5.6**. Затвор соединяют с выводом микроконтроллера (сигнал POW), который через резистор 9R17 (9R26) соединён с платой № 5. Затвор и соединительный провод 1 припаивают к контактной площадке, отрезанной скальпелем от ближайшего печатного проводника 3. Резисторы 4 (R2 и R3) — выводные, их припаивают непосредственно к контактным площадкам.

После проведённой доработки сбоев в перестройке по частоте стало существенно меньше, но они не исчезли совсем. Причина в том, что порог переключения логических элементов нечёткий и расположен вблизи напряжения $U_{пит}/2$. Если на входном напряжении вблизи порога появятся импульсные помехи, логический элемент может

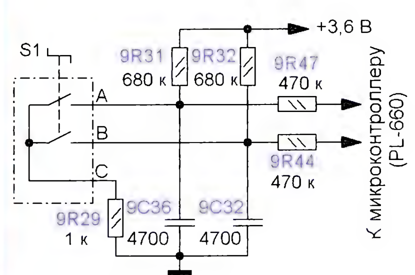


Рис. 5.7

Если после указанной доработки наблюдаются сбои в работе валкодера, можно увеличить сопротивление резисторов 9R12, 9R13 (см. рис. 5.5) или R4, R5 до 1,5...1,8 МОм. Это пришлось мне сделать в версии приёмника выпуска 2011 г. Но последствие доработки — невозможность быстрой прокрутки валкодера, не быстрее одного оборота за секунду (50 шагов). Такова цена бесперебойной медленной "прогулки" по SSB-сигналам.

В этом случае табло и S-метр будут видны как слегка светящийся ориентир, а крупные цифры читаются нормально. Чтобы не конфликтовать с программным прерыванием для валкодера при выключении приёмника, "ночная" подсветка включается с помощью отдельного полевого транзистора VT1 (см. рис. 5.5 и рис. 5.8). Резистор R1 задаёт ток через светодиоды, и его подборкой можно установить желаемую яркость. Монтаж VT1 будет проще, если применить полевой транзистор в корпусе TO-92, например, 2N7000 или BS170. Вариант установки показан на **рис. 5.11**.

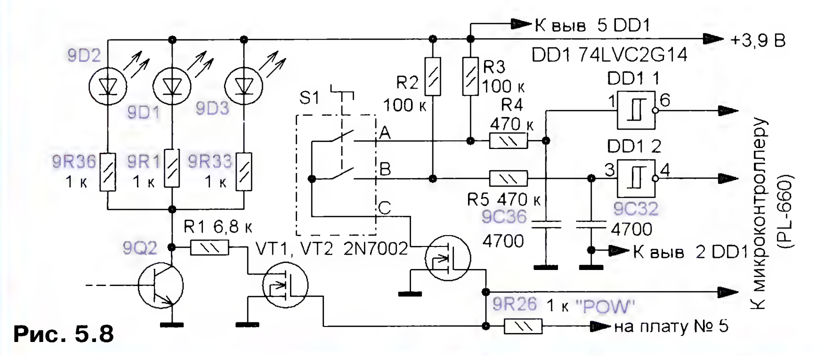


Рис. 5.8



Рис. 5.11

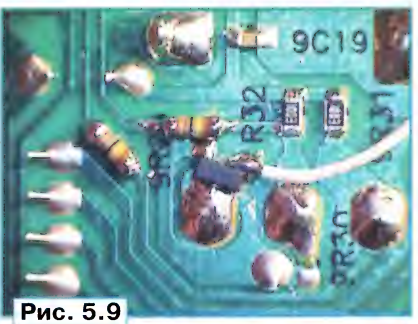


Рис. 5.9

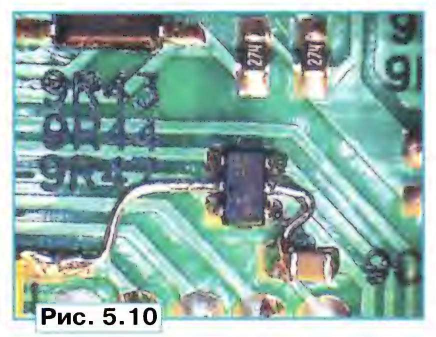


Рис. 5.10

переключаться под их воздействием, что и приводит к ошибкам. Чтобы устранить этот недостаток, потребуются элементы, имеющие два порога переключения. Таковыми являются триггеры Шмитта, а напряжение между порогами — гистерезис. У КМОП-логических элементов с характеристикой триггера Шмитта ширина гистерезиса $0{,}33U_{пит}$ и его область расположены симметрично к $U_{пит}/2$. В радиоприёмнике выпуска 2008 г. потребуется на плате № 9 заменить микросхему 74HC04 (9IC3 в корпусе SOIC-14) на 74HC14.

В приёмнике выпуска 2011 г. схема узла обработки сигналов валкодера проще (**рис. 5.7**) и с конденсаторов 9C32 и 9C36 через резисторы 9R44 и 9R47 сигналы поступают непосредственно на входы микроконтроллера. Этому схемному решению присущи все указанные выше недостатки. Поэтому потребуется аналогичная доработка (**рис. 5.8**). Вариант размещения транзистора VT2 взамен резистора 9R29 и фильтрующих резисторов показан на **рис. 5.9**. Для установки микросхемы придётся работать ювелирно. На плате № 9 удаляют резисторы 9R44 и 9R47 и на освободившееся место устанавливают микросхему 74LVC2G14 в корпусе SOT23-6 (**рис. 5.10**). Питание для неё найдётся рядом, пайка требует опыта и хорошего инструмента.

Кто хочет решить проблему раз и навсегда, может установить оптический валкодер, у которого отсутствует эффект дребезга контактов. Цена этому, кроме стоимости самого валкодера, — дополнительный потребляемый ток 10...15 мА и не простые переделки механической части. Кроме того, не все оптические валкодеры с номинальным напряжением питания 5 В пригодны для работы при напряжении 4 В.

Подсветка

Мне стало мешать слишком яркое в темноте подсвечивание табло и S-метра. Поэтому было решено уменьшить ток через светодиоды подсветки (см. рис. 5.5 и рис. 5.8). Каждый светодиод потреблял ток 4...6 мА, а после замены резисторов 9R1, 9R5 и 9R7 (9R36, 9R1, 9R33) — два для поверхностного монтажа и один с проволочными выводами на резисторы сопротивлением 1 кОм, ток и яркость уменьшились в 2...3 раза.

При "прогулке" по эфиру в полной темноте сильное неудовольствие вызывает отсутствие подсветки клавиатуры. Дело в том, что светодиоды подсветки отключаются спустя 5 с после последнего управляющего воздействия и приёмник придётся искать в темноте. Этот недостаток можно устранить, если через каждый светодиод подсветки будет постоянно протекать ток около 100 мкА.

АМ-тракт приёмника и АРУ

В приёмниках TECSUN (и родственных) разработчики воспользовались "готовым рецептом" из документации от производителя микросхемы TA2057. Во всех приёмниках семейства есть система АРУ, которая должна поддерживать громкость постоянной при приёме сигналов с разными уровнями. В приёмнике S-2000 это получилось на удивление плохо несмотря на сложные дополнительные узлы в системе АРУ. Разработчики слишком много хотели, но в обстоятельствах не разобрались и "испортили пересоленную картошку лишним сахаром", введя аттенюатор "RF GAIN", дополнительный усилитель в первой ПЧ, а также завышенное усиление в тракте регулировки сигнала АРУ в сочетании с большой инерционностью. В более простых приёмниках, где весь АМ-тракт этой микросхемы работает исключительно в усилительном режиме на частоте 455 кГц, АРУ работает не так уж и плохо.

Реализовать диапазон регулировки усиления 60 дБ и более в одном каскаде не целесообразно по многим причинам. В S-2000 АРУ регулирует усиление в трёх узлах — это хорошее решение. В классическом варианте АРУ постепенно с ростом сигнала уменьшает усиление каскадов, начиная с последнего в тракте. Тем самым гарантируется линейная работа всего тракта. Этот метод правильный, если на усилители поступает только полезный сигнал и до них имеется хороший полосовой фильтр. Так устроены простые приёмники семейства с кварцевым фильтром с полосой 8 кГц и пьезофильтром на входе микросхемы TA2057.

В S-2000 обстановка совершенно иная, в первой ПЧ полоса пропускания по уровню 3 дБ — 15 кГц, и на вход микросхемы TA2057 поступает сигнал с частотой 55845 кГц, который затем преобразуется в сигнал второй ПЧ (455 кГц). Фильтр, который отвечает за избира-

тельность по соседнему каналу, находится после второго смесителя. В приёмниках с двойным преобразованием и сравнительно широкой полосой пропускания в тракте первой ПЧ все элементы до последнего фильтра должны справиться с большой динамикой сигналов, если не хотим "потерять" слабый сигнал по соседству с мощными. В этой части приёмник S-2000 реализован неудачно.

При приёме на эффективную антенну естественный шум КВ-эфира превышает шум современных транзисторов на порядок на частоте 30 МГц, а в дневное время на частоте 3 МГц даже более. Поэтому можно считать, что хороший приёмник должен уверенно принимать SSB-сигналы с напряжением 0,1 мкВ (на 50 Ом). Предположив, что динамический диапазон полезных сигналов достигает 100 дБ, первый смеситель должен линейно работать с сигналами напряжением до 10 мВ (размах 28 мВ). Практические измерения подтвердили эту способность первого смесителя в S-2000 и в подобных приёмниках. Для одного сигнала напряжением до 200 мВ АМ-модуляция мало искажается, а комбинация двух сигналов до 10 мВ преобразуется без заметных искажений. Поэтому первый смеситель в S-2000 более чем соответствует требованиям для бытового КВ-приёмника.

Схема АМ-тракта приёмника S-2000 показана на **рис. 5.12**. В доработанном приёмнике сигнал от антенного входа до затвора транзистора 10Q9 усиливается на 12 дБ. Нагрузка этого каскада — LC-контур (0,3 мкГн, 27 пФ, Q=50) с резонансным сопротивлением 3 кОм, а усиление с учётом коэффициента трансформации 1:1 — 26 дБ. Усилитель A12 совместно с фильтром Z9 дают ещё +10 дБ после нашей первичной коррекции АЧХ (с помощью дросселя L1*). Итого с антенны до входа микросхемы 1IC3 усиление составляет 48 дБ = 250 раз! Видимо, поэтому на заводе отказались от согласования кварцевых фильтров, что уменьшило в недоработанном S-2000

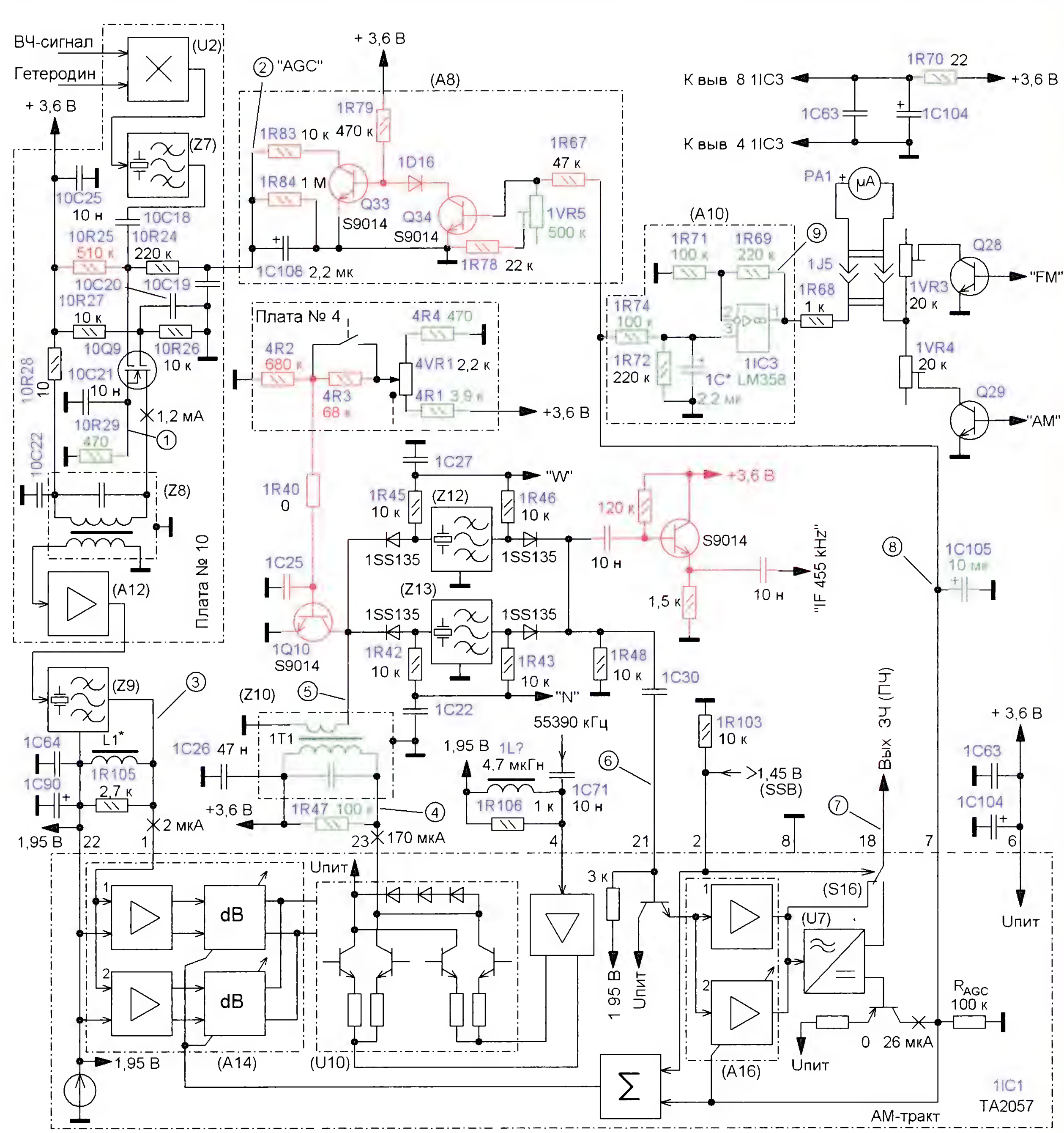


Рис. 5.12

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

усиление до 30...36 дБ. В результате на входе предварительного усилителя (вывод 1 микросхемы TA2057) уровень шума — 20...30 мкВ. Это в 60 раз больше её собственных шумов, а на её вход можно подавать сигналы только до 20 мВ, чтобы не было искажений. Получается динамический диапазон не более 60 дБ, но далее он ещё уменьшается в смесителе этой микросхемы.

Параметры АМ-тракта микросхемы TA2057

При проведении исследований этой микросхемы (вне приёмника) оказалось, что система АРУ в ней хорошо продумана, и зря документация об этом молчит. В состав АМ-тракта этой микросхемы (рис. 5.12) входят:

— предварительный усилитель (A14) со смесителем (U10), вход — вывод 1, выход — вывод 23, вход сигнала гетеродина — вывод 4. Для работы в усилительном режиме вывод 4 оставляют без подключения;

— УПЧ, вход — вывод 21, выход — вывод 18;

— АМ-детектор (U7), выход ЗЧ — вывод 18;

— формирователь сигнала АРУ с токовым выходом (0...26 мкА) на внутренний резистор 100 кОм — вывод 7;

— узел управления режимом, вход — вывод 2. Резистором 1R103 устанавливают усиление предварительного усилителя и смесителя, а напряжением переключается выход (НЧ или ПЧ на выводе 18);

— детектор системы АРУ с токовым выходом 0...26 мкА на внутренний резистор R_{AGC} = 100 кОм (вывод 7);

— усилитель-сумматор сигнала системы АРУ, с его помощью за счёт напряжений на выводах 7 и 2 управляют усилением.

Предварительный усилитель со смесителем

Предварительный усилитель состоит из двух дифференциальных усилителей с разными коэффициентами усиления (разница 20...26 дБ). Усилитель 1 со связанными эмиттерами и линейным участком передаточной характеристики по входу до 20 мВ работает при малых сигналах. В усилителе 2 за счёт сопротивления между эмиттерами усиление меньше и входной сигнал может достигать размаха 400 мВ!

Входной постоянный ток на выводе 1 — 2 мкА. Поэтому в случае установки на входе развязывающего резистора (как это сделано в заводском варианте S-2000) происходит смещение нуля до 5 мВ и используемый линейный участок передаточной характеристики сокращается на 50 %. Об этом речь шла во второй части статьи.

Крутизна передаточной характеристики всего входного узла в смесительном режиме — 5 мА/В, в усилительном — 12 мА/В. Изменения этой крутизны ΔS и максимально допустимого входного напряжения $U_{вх\ макс}$ (до наступления искажений на выходе — компрессии коэффициента усиления на 1 %), в зависимости от постоянного напряжения U7 на выводе 7, приведены в **табл. 5.1**.

А теперь о главном виновнике плохого звука. Выход смесителя — токовый сигнал размахом ±90 мкА при входном сигнале размахом 15 мВ, но при $U_7 \approx$ 0,75 В есть участок, где линейность сохраняется только до ±60 мкА. Постоянный ток вывода 23 — 170...240 мкА и зависит от уровня входного сигнала и режима АРУ. Выходной ток смесителя делится на две части поровну на каждую из двух выходных частот и для каждой составляет ±45 мкА. Ток с частотой второй ПЧ (455 кГц) протекает через нагрузку $R_н$ в виде LC-фильтра (Z10), а с частотой 111,235 МГц — через конденсатор этого контура на общий провод (режим короткого замыкания). При протекании тока сигнала второй ПЧ $I_{сигн}$ на контуре появляется напряжение $U_{23} = I_{сигн} \cdot R_н$. Зная параметры этого контура (L = 680 мкГн, C = 180 пФ, Q = 100...140), можно найти его резонансное сопротивление $R_р \approx$ 233 кОм. Поскольку он шунтирован резистором 1R47 (100 кОм), $R_н \approx$ 70 кОм. Далее имеется выходная обмотка (коэффициент трансформации — 20:1), трансформирующая сопротивление в 400 раз. Сопротивление транзистора 1Q10 (в регуляторе ручного усиления) изменяется от ∞ до 40 Ом. В результате сопротивление нагрузки смесителя изменяется от 65 до 13 кОм. При токе сигнала ПЧ ±45 мкА на таком сопротивлении получим размах напряжения от ±2,9 до ±0,59 В соответственно.

В смесителе микросхемы TA2057 выходной сигнал с размахом более 1 В приводит к появлению искажений, поскольку на базы транзисторов в смесителе поступает постоянное напряжение на 1 В меньше питающего. Кроме того, при напряжении коллектор—база менее 0,5 В у транзисторов существенно ухудшаются усилительные свойства на высоких частотах. Чтобы надёжно "вписаться" в линейную часть характеристики (размах — около 800 мВ при указанных токах), сопротивление нагрузки на выходе смесителя должно быть не более 8,8 кОм (а для работы в усилительном режиме 4,4 кОм). Вот так в S-2000 из-за высокоомной нагрузки смесителя выходной диапазон смесителя уменьшается в 8 раз (18 дБ). В итоге динамический диапазон приёмника уменьшается до 45 дБ.

На основании изложенного выше можно сделать поспешный вывод о том, что приведённые расчёты носят чисто теоретический характер, ведь АРУ всё равно уменьшит усиление, и в итоге смеситель будет работать с токами и напряжениями на порядок ниже. Это справедливо для одиночного сигнала или приёмников, у которых в первой ПЧ установлен фильтр с полосой пропускания 8 кГц. А в S-2000 полоса пропускания в первой ПЧ — 15 кГц, и на второй смеситель, кроме слабого полезного сигнала могут поступать ещё два мощных "соседа". Эти сигналы в смесителе должны проходить до пьезофильтров без взаимного влияния. Именно в установке правильного режима работы второго смесителя во многом решается качество приёмника S-2000.

УПЧ и АМ-детектор

Тракт УПЧ микросхемы TA2057 оптимизирован для частот 200...600 кГц и имеет максимальное усиление около 58 дБ, которое было измерено без внешней нагрузки на выводе 18, при входном сигнале размахом 1,4 мВ и выключенной системе АРУ (вывод 7 соединён с общим проводом). Входное сопротивление УПЧ — около 3 кОм, сигнал следует подавать через разделительный конденсатор, чтобы не нарушить режим работы по постоянному току. Основной каскад в УПЧ — усилитель 1, он имеет указанное усиление, которое уменьшается под действием сигнала АРУ. Усилитель 2 имеет постоянное усиление около 33 дБ и работает в линейном режиме до входного напряжения размахом 45 мВ. АМ-детектор работает линейно до входного напряжения 60 мВ.

Сигналы на выводе 18

Режим выхода ПЧ (IF OUT) на выводе 18 активируется подачей на вывод 2 постоянного напряжения более 1,45 В. Постоянное напряжение на выводе 18 — 1,4 В. При входном сигнале 2,3 мВ на выводе 18 достигается максимум неискажённого сигнала ПЧ — около 2 В (без внешней нагрузки и выключенной АРУ — U_7 = 0). Средний размах напряжения шумов на этом выходе — 7 мВ, т. е. приведённое напряжение собственных шумов на входе — 12 мкВ. Это подтверждается тем фактом, что входной сигнал размахом 30 мкВ превышает уровень шума в 2...3 раза. При входном сигнале 250 мкВ на выходе присутствует сигнал 220 мВ при соотношении сигнал/шум более 20 дБ.

Первая реакция системы АРУ (на выводе 7) наблюдается при входном сигнале 900 мкВ (выходной — около 800 мВ). То есть в интервале входных сигналов 30...900 мкВ АРУ не работает! Это не упущение разработчика, поскольку этот интервал должен "заполниться" шумом от предыдущих каскадов. Хороший компромисс — установить уровень входного шума УПЧ 350 мкВ и оставить до порога срабатывания АРУ "запас" в 10 дБ. Слишком большая разница между уровнем шума и порогом срабатывания АРУ, а также их равенство приведут к быстрой усталости оператора при поиске сигнала. Порог АРУ должен совпадать с минимальным уровнем разборчиво принимаемого сигнала, а не с шумами.

В УПЧ АРУ начинает эффективно работать при входном сигнале 1,4 мВ, при этом на выводе 18 размах сигнала ПЧ — 1,2 В и U_7 = 0,25 В. Под действием АРУ усиление УПЧ уменьшается с 850

Таблица 5.1

U_7, В	до 0,34	0,49	0,57	0,64	0,69	0,80	0,90	0,95	1,1
ΔS, дБ	0	−3	−6	−12	−18	−30	−34	−40	−60*
$U_{вх\ макс}$, мВ	15	24	37	72	80(!)	>200	400	>400	>400

* Только для частоты второй ПЧ.

до 43 и выходной сигнал ПЧ практически не изменяется до входного напряжения 26 мВ (U_7 = 0,55 В). Таким образом, динамический диапазон АРУ в УПЧ составляет 26 мВ/1,4 мВ = 26 дБ. Дальнейший рост входного сигнала до 30 мВ приводит к росту выходного напряжения ПЧ (1,4 В) и U_7 = 0,95 В. Ограничение выходного сигнала ПЧ начинается при входном сигнале 45 мВ (выходной— 1,9 В) и U_7 = 1,85 В. На этих участках усиление УПЧ постоянно и равно 43.

Режим выхода ЗЧ на выводе 18 устанавливается при соединении вывода 2 с общим проводом через резистор сопротивлением не более 10 кОм. Все измерения в этом режиме проведены при входном сигнале частотой 455 кГц с глубиной модуляции 30 %. На выводе 18 сигнал с частотой второй ПЧ подавлен примерно на 20 дБ по отношению к номинальному сигналу ЗЧ. Конденсатор ёмкостью 330 пФ, установленный на этом выходе, практически полностью подавляет сигнал ПЧ. С ростом входного сигнала постоянное напряжение на выводе 18 растёт, максимально до 3,5 В. На фоне него присутствует переменный сигнал ЗЧ. Различимый на фоне шумов сигнал ЗЧ ($U_{зч}$ = 10 мВ) появляется при входном сигнале ПЧ 80 мкВ. Сигнал АРУ начинает появляться при входном 800 мкВ и $U_{ЗЧ}$ = 140 мВ. АРУ начинает работать при входном сигнале 1,35 мВ и "держит" $U_{ЗЧ}$ = 330 мВ до входного уровня 28 мВ, при этом U_7 = 0,62 В. Выходной сигнал ЗЧ растёт линейно до входного размахом 57 мВ (U_7 = 2 В, $U_{ЗЧ}$ = 660 мВ). Получается всё аналогично к режиму выхода ПЧ на выводе 18.

В документации на микросхему TA2057 нет указания по поводу возможной внешней нагрузки на выводе 7. В заводском S-2000 к этому выводу подключены несколько резисторов — 1R74, идущий к усилителю сигнала S-метра на ОУ 1IC3, и 1R67, идущий на базу транзистора Q34 и подстроечный резистор 1VR5. Поэтому при увеличении сигнала ПЧ напряжение U_7 растёт медленнее, чем без внешней нагрузки. В простых приёмниках семейства (где такой нагрузки нет) при входном сигнале ПЧ размахом 30 мВ получаем U_7 = 0,95 В и эффективную работу АРУ во входном узле TA2057. В заводском S-2000 получаем всего лишь 0,65 В, и АРУ уменьшает усиление входного узла до смесителя всего на 12 дБ (вместо положенных 40 дБ), и появляется проблема перегрузки входа смесителя. В результате разработчики решили поставить "аварийный тормоз" в виде усилителя АРУ (транзисторы Q33 и Q34) для УПЧ в тракте первой ПЧ.

Система АРУ и ручная регулировка усиления

Чтобы понять причины возникновения некоторых недостатков в S-2000 с заводской настройкой, рассмотрим несколько реальных ситуаций.

Если на входе УПЧ — контрольная точка 6 (КТ6) $U_{КТ6}$ = 1 мВ (АРУ ещё не работает), тогда $U_{КТ5}$ = 1,5 мВ, $U_{КТ4}$ = 30 мВ, $U_{КТ3}$ = 9 мкВ. Все каскады работают линейно — это тот случай, когда мы принимаем слабые сигналы ниже порога АРУ.

Для случая $U_{КТ4}$ = 1 В (это предел по линейности смесителя) $U_{КТ5}$ = 50 мВ, $U_{КТ6}$ = 33 мВ и напряжение на КТ8 должно было бы быть $U_{КТ8}$ = 1,1 В, если бы не было нагрузки на выводе 7. Реально имеем $U_{КТ8}$ = 0,67 В в нижнем положении движка резистора 1RV5 и $U_{КТ8}$ = 0,45 В — в верхнем. Поэтому АРУ во входном узле TA2057 ещё не работает и на вывод 1 (A14) можно подавать сигнал не более 3 мВ (усиление 325). Это означает, что максимальный сигнал на антенном входе для приёма без искажений всего 30 мкВ!

В этой ситуации сможет выручить УПЧ на полевом транзисторе 10Q9. Его усиление можно уменьшить в 30 раз. В результате максимально допустимый сигнал на антенном входе возрастёт до 1 мВ. Но тогда получаем $U_{КТ4}$ > 1 В, что отрицательно влияет на качество звука. Для $U_{КТ8}$ = 0,65 В допускается $U_{КТ3}$ = 70 мВ (см. табл. 5.1), в сочетании с уменьшением усиления УПЧ на транзисторе 10Q9, но на КТ4 уже получается искажённый сигнал, вызывающий после детектирования режущий звук. То есть и в этом случае система АРУ работает некорректно по причине малого сопротивления нагрузки на выводе 7 микросхемы.

Ещё одна "беда" — работе АРУ мешает транзистор 1Q10. С помощью этого транзистора и регулятора "RF GAIN" можно уменьшать уровень сигнала на входе пьезофильтров Z12 и Z13. В результате напряжение на КТ8 станет ещё меньше и АРУ перестанет работать вообще. Поэтому место установки этого регулятора выбрано крайне неудачно, он должен находиться за пределами петли АРУ. Кроме того, при низком сопротивлении этого транзистора (до 40 Ом) существенно меняется АЧХ указанных пьезофильтров, что приводит к заметному искажению спектра принимаемого сигнала.

При выключенном регуляторе "RF GAIN" (движок резистора 4VR1 в нижнем по схеме положении) внимательный слушатель может наблюдать "температурное гуляние" приёмника. Обусловлено это тем, что через резистор 4R3 постоянное напряжение поступает на базу транзистора 1Q10, и он находится в состоянии средней проводимости. Но с ростом температуры проводимость транзистора увеличивается, в результате усиление приёмника падает. То есть усиление в тракте второй ПЧ изначально занижено, а в тракте второй ПЧ — нестабильно по "вине" транзистора 1Q10.

Первый каскад усиления в тракте первой ПЧ

Первый регулируемый усилительный каскад в системе АРУ — усилитель (A9) в тракте первой ПЧ (55845 кГц), собранный на двухзатворном полевом транзисторе 10Q9 (3SK252). В исходном состоянии ток стока этого транзистора — 1,2 мА, а максимально возможная крутизна передаточной характеристики — 7 мА/В. Применена регулировка усиления методом "вверх", т. е. при увеличении напряжения на первом затворе усиление падает. Этот метод хорош тем, что транзистор не заходит в режим отсечки и искажения останутся небольшими, шумы также. Зависимость крутизны передаточной характеристики этого транзистора от напряжения на первом и втором затворах показана на **рис. 5.13**.

Минимальное усиление каскада на транзисторе 10Q9 достигается при закрытом транзисторе Q33. В контрольной точке 2 ("AGC") $U_{КТ2}$ = 2,2 В, на первом затворе — 2,6 В, на втором — 1,8 В, а на истоке — 0,8 В. Положение рабочей точки в этом случае отмечено синим квадратом Б на чёрной линии "$U_{з2и}$ = 1 В". При отсутствии входного сигнала расположение рабочей точки должно быть на максимуме красной линии (А). Если

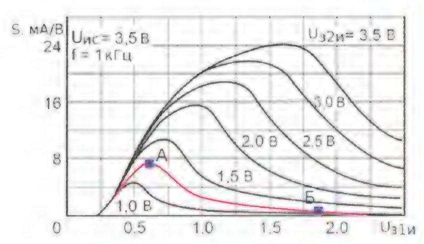


Рис. 5.13

точка расположена левее, АРУ с ростом сигнала будет увеличивать усиление каскада. Этот недостаток устраняют увеличением сопротивления резистора 1R83. Если рабочая точка расположена правее максимума, надо увеличить сопротивление резистора 10R25 или уменьшить сопротивление резистора 1R84.

Этот усилитель хорошо "справится" одновременно с несколькими сигналами размахом до 50 мВ. С учётом коэффициента передачи первого смесителя около 12 дБ максимальный размах сигнала на антенне вблизи частоты приёма ±10 кГц — 15 мВ. На своей нагрузке 3 кОм этот усилитель может обеспечить неискажённый сигнал до 1,5 В, что для последующих усилителей слишком много. Поэтому слабый, но уже уверенно принимаемый сигнал должен активировать АРУ для плавного уменьшения усиления этого каскада, чтобы "спасти" последующие каскады от мощных "соседей".

Усилитель сигнала АРУ

Этот усилитель (A8) собран на транзисторах Q33 и Q34. Он должен вырабатывать постоянное управляющее напряжение U_{AGC} = $U_{КТ2}$ = 0...2,2 В. При $U_{КТ2}$ ≈ 0 В через резистор 1R83 протекает ток 5 мкА. В то же время через резистор 1R79 в базу транзистора Q33 поступает ток 6,8 мкА. Поэтому этот транзистор входит в глубокое насыщение, и чтобы его оттуда вывести, базовый ток нужно уменьшить в 10...100 раз (в режиме малых токов это предугадать трудно). "Лишний" ток должен "забрать" транзистор Q34, а для этого тоже должен зайти в глубокое насыщение с коллекторным током чуть меньше 6,8 мкА. У транзистора Q34 напряжение открывания (база—эмиттер) находится вблизи 0,55 В и зависит от температуры (–2 мВ/К). Чтобы изменить ток коллектора транзистора Q34 на 0,1 мкА, его базовый ток надо изменять всего на несколько десятков

наноампер. Базовый ток задаётся резистором 1R67 (47 кОм). Изменение базового тока на 10 нА достигается уже при изменении напряжения на выводе 7 на 0,47 мВ! С учётом того, что транзисторы Q33 и Q34 обеспечивают усиление более 4000, получается не усилитель АРУ, а пороговый выключатель усилителя на транзисторе 10Q9. Причём порог выключения очень чувствительный, и только RC-цепи с большой постоянной времени могут "притормозить" это "безобразие". В данном случае скорость реакции АРУ определяет конденсатор 1С108. Совместно с окружающими его резисторами постоянная времени получившийся RC-цепи при зарядке — около 1 с. Результат нам известен — при появлении сильного сигнала в первую секунду ничего не слышим — АМ-модуляция "пропадает" в перегруженных усилителях. Резистором 1VR5 можно установить только порог для указанной резкой реакции. При исчезновении сигнала конденсатор 1С108 разряжается за 20...60 мс. Уменьшать ёмкость этого конденсатора нежелательно, поскольку петля АРУ может работать нестабильно. Загадкой останется тот факт, что в микросхеме LM358 есть второй неиспользуемый ОУ, на который можно было бы возложить задачу усиления сигнала АРУ, а не строить такое плохо управляемое "сооружение" на двух транзисторах.

На S-метр PA1 напряжение поступает с выхода ОУ 1IC3, который усиливает напряжение, поступающее с вывода 7 микросхемы TA2057 примерно в 2,2 раза (максимум 2 В). Переключение индикации диапазонов ДВ-СВ-КВ и УКВ осуществляется с помощью транзисторов Q28, Q29. Раздельная калибровка показаний на этих диапазонах — с помощью резисторов 1VR3 и 1VR4. Так как применённый ОУ эффективно подавляет пульсации питающего напряжения, резистор 1R70 можно считать лишним, а вот конденсаторы рядом с ОУ (1С63 и 1С104) — хорошей практикой.

Есть недостатки и в диодном переключателе на входе пьезофильтров Z12 и Z13. На диод в отключённом канале не подаётся закрывающее напряжение, и подавление в этом канале снижается. Хорошо, что на выходе фильтров в аналогичном переключателе этого недостатка нет. В итоге получается развязка немногим более, чем подавление соседнего канала в пьезофильтре (45 дБ).

В приёмнике есть выход сигнала второй ПЧ 455 кГц — "IF 455 kHz". Сигнал снимается с эмиттерного повторителя, подключённого к выходу переключателя пьезофильтров. Это неудачное решение, поскольку заявленной амплитуды сигнала 60 мВ там и после доработки не будет. Даже в налаженном приёмнике динамический диапазон сигналов на этом выходе не менее 40 дБ, что уже создаст проблемы для дальнейшей обработки в АЦП. Обрабатывать сигналы DRM-радиостанций с полосой 10 кГц также не получится, поскольку у пьезофильтров полоса пропускания 4...8 кГц. Отсутствие трансформаторной развязки с внешней нагрузкой может стать причиной наводок и помех. Элементы эмиттерного повторителя размещены на плате № 1, они без нумерации, видимо, их добавили позже для укрепления рыночных позиций приёмника. Эти элементы я безжалостно удалил — приём DRM-радиостанций нужно организовать по-другому.

После всех указанных недостатков можно удивиться, что с приёмником мы вообще кое-что можем принимать. Нас выручают встроенные усилители в микросхеме, которые имеют двухступенчатую структуру. Когда одна ступень заходит в ограничение, вторая ещё работает в линейном режиме. Это похоже на логарифмические детекторы (AD8307 и аналогичные), которые без АРУ работают в диапазоне 90 дБ. Но если с этими детекторами можно построить неплохой АМ-приёмник без АРУ из-за гладкой характеристики (потребуется несложный антилогарифмический усилитель на ОУ и одном диоде), то в TA2057 мы услышим ужасно искажённый звук и жёсткий шум.

От редакции. *Справочные данные некоторых упомянутых в статье радиоэлементов находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/01/s2000-5.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)

Малогабаритный частотомер с питанием от литиевого элемента

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

Прототипом этого прибора послужил описанный в [1] малогабаритный частотомер. Переделка свелась к замене батареи питания 6F22 ("Крона") литиевым элементом CR2032 с импульсным преобразователем напряжения. При этом размеры прибора лишь незначительно превышают габариты применённого в нём ЖКИ-модуля.

Схема измерительной части частотомера и программа его микроконтроллера остались прежними. Поэтому не изменились и его технические характеристики, режимы и пределы измерения (частота от 6 Гц до 50 МГц). Ток потребления от элемента напряжением 3 В не превышает 35 мА (прототип потребляет 9 мА при напряжении 9 В).

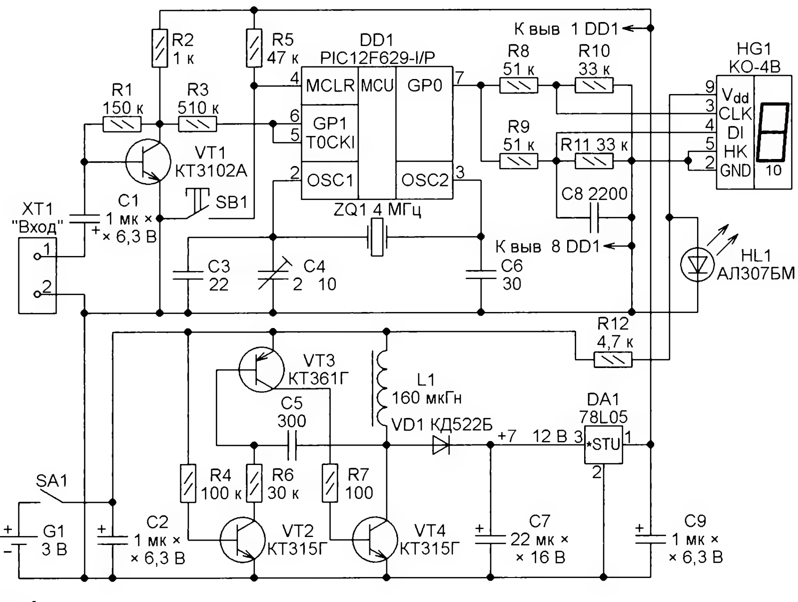
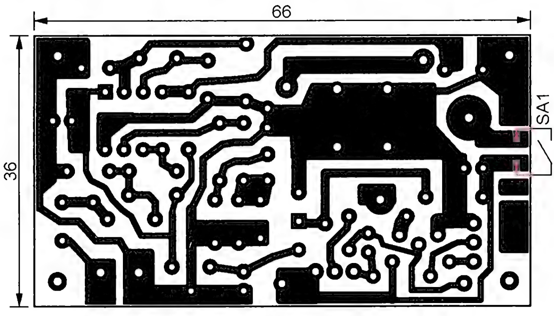


Рис. 1



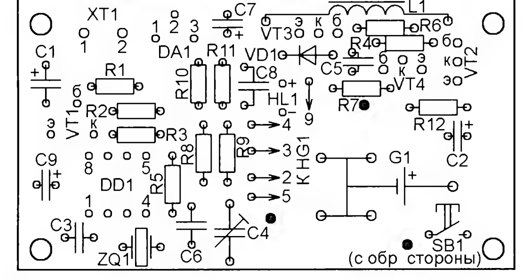


Рис. 2



Рис. 3

Схема частотомера представлена на **рис. 1**. Работа его измерительной части подробно описана в [1]. Напряжение питания 3 В от элемента G1 поступает на повышающий преобразователь, собранный на транзисторах VT2—VT4 и дросселе L1. Диод VD1 — выпрямительный, конденсатор C7 — сглаживающий. После преобразователя постоянное напряжение +7...12 В поступает на интегральный стабилизатор DA1, его выходным напряжением +5 В питаются микроконтроллер DD1 и транзистор VT1 входного усилителя-формирователя.

Оптимальное напряжение питания ЖКИ КО-4В находится в интервале 1,4...1,7 В, напрямую от элемента G1 его питать нельзя, так как погашенные элементы изображения становятся видимыми. Для получения нужного напряжения применены гасящий резистор R12 и светодиод HL1, который используется как стабистор. Большое сопротивление резистора R12 объясняется тем, что индикатор HG1 потребляет ток всего 10 мкА.

В качестве HG1 может быть применён любой десятиразрядный семиэлементный ЖКИ с встроенным контроллером HT1611 или HT1613. Такие индикаторы выпускаются, например, под названиями КО-4В, WM-1611-62C, AL-801LCD. Более полная информация о них содержится в [2, 3].

Все транзисторы можно заменить аналогичными с другими буквенными индексами. Дроссель L1 — готовый ДМ-0,2-200 или любой другой индуктивностью 160...250 мкГн с магнитопроводом в виде стержня. Светодиод АЛ307БМ можно заменить другим маломощным, но обязательно красного цвета свечения.

Все резисторы — МЛТ-0,125. Оксидные конденсаторы К53-19 или подобные — импортные, остальные — любые малогабаритные. XT1 — колодка с двумя винтовыми зажимами, расположенными с зазором 5 мм. Кнопка SB1 — тактовая с длинным толкателем. Выключатель SA1 — ползунковый с шагом выводов 2,5 мм.

Все детали размещены на односторонней печатной плате из фольгированного текстолита толщиной 1,5 мм, изображённой на **рис. 2**. Кнопка SB1 и выключатель SA1 припаяны на отведённые им места со стороны печатных проводников.

Литиевый элемент G1 минусовым выводом прижат к двум проволочным перемычкам на стороне установки деталей. Прижимная пружина, контактирующая с плюсовым выводом элемента, закреплена на плате винтом М2,5 и соединяется через него с контактной площадкой на плате. От поперечного сдвига элемент предохраняют три впаянные в плату стойки диаметром 1 мм. Отверстия под них показаны на схеме размещения элементов залитыми. Выводы ЖКИ соединяют гибкими изолированными проводами длиной 50...60 мм с предназначенными для них контактными площадками на плате.

Платы частотомера и ЖКИ скреплены по углам через разделительные

втулки четырьмя винтами М2,5 с гайками (**рис. 3**). При этом кнопка SB1 занимает место в имеющейся на плате ЖКИ выемке. Общая высота этой конструкции всего 24 мм. Вид частотомера со стороны индикатора показан на **рис. 4**.

Налаживание частотомера подробно описано в [1]. Быстро проверить его работу можно с помощью компьютерной программы виртуального генератора (её исполняемый файл носит название FG.exe). Выход звуковой карты компьютера следует соединить с входом частотомера экранированным проводом. Как показала проверка, минимальная измеряемая частота при времени счёта 1 с равна 6...8 Гц.



Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. **Котов И.** Малогабаритный частотомер. — Радио, 2008, № 3, с. 21, 22.

2. ЖКИ на базе контроллера HT1611. — URL: **http://www.cxem.net/mc/book50.php** (14.08.14).

3. Жидкокристаллический индикатор КО-4В. — URL: **http://www.kondratev-v.ru/spravochnik/indikator- ko-4b.html** (14.08.14).

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5/0, программа микроконтроллера частотомера (копия программы из [1]) и компьютерная программа виртуального генератора находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/01/fmeter.zip** на нашем FTP-сервере.*

Измеритель ёмкости и ЭПС оксидных конденсаторов — приставка к мультиметру

С. ГЛИБИН, г. Москва

Автор продолжает тему измерения параметров оксидных конденсаторов с помощью приставки к популярным мультиметрам серии 83x. Как и в предыдущих разработках, приставка питается от внутреннего стабилизатора АЦП мультиметра. Измерение ЭПС (ESR) и ёмкости оксидных конденсаторов можно проводить без их выпаивания из платы.

В статьях [1, 2] рассказано о приставке, измеряющей ЭПС оксидных конденсаторов. Было бы значительно удобнее, если бы она измеряла ещё и их ёмкость. Схема такой приставки приведена на **рис. 1**.

Основные технические характеристики

Интервал измерения ЭПС и сопротивления резисторов, Ом . . . . .0,01...19,99
Пределы измерения ёмкости, мкФ 200, 2000, 20000
Погрешность измерения от 0,1 предельного значения и выше, %, ...2...5
Максимальный потребляемый ток, мА, не более 3
Время установления показаний, с, не более 4

Приставка состоит из двух измерителей: ЭПС и ёмкости. Вид измерения выбирают переключателем SA2. В положении "ESR" измеряют ЭПС конденсатора, подключённого к гнёздам "C_x" (XS1, XS2), а в положении "C" — ёмкость.

Схемное решение измерителя ЭПС, как уже упомянуто выше, взято из [1, 2], там же приведено описание работы и налаживания. Добавлен переключатель SA2 (секция SA2.2) для отключения гнезда XS2 от общего провода при измерении ёмкости и изменено подключение выводов стока и истока транзистора VT3 для исключения шунтирующего влияния его внутреннего диода на точность её измерения. Уменьшение ёмкости конденсатора C6 до 0,22 мк сократило время установления показаний до 4 с. Влияние напряжения на конденсаторе C9 на точность измерения ЭПС исключено уменьшением сопротивления резистора R3.

Измеритель ёмкости собран по известной схеме, опубликованной ещё в 1983 г. британским журналом "Wireless World", а в русском переводе — в 1984 г. журналом "Радио" [3].

Низкое выходное напряжение (3 В) и малая нагрузочная способность стабилизатора АЦП мультиметра потребовали применения в измерителе ёмкости низковольтных ОУ DA1—DA3 Rail-to-Rail и током потребления не более 45 мкА [4]. Напряжение питания –3 В, необходимое для работы измерителя, получено от преобразователя напряжения с высоким КПД на микросхеме DA4, включённой по типовой схеме.

Функциональный генератор, собранный на ОУ DA1.1, DA1.2, DA2.1, вырабатывает двуполярные импульсные сигналы прямоугольной формы на выходе компаратора на ОУ DA1.1 и треугольной — на выходе интегратора на ОУ DA2.1, показанные соответственно на **рис. 2**,а и б. Узел на DA1.2 — инвертор, обеспечивающий положительную обратную связь. Предел измерения ёмкости, зависящий от частоты генератора (50, 5 или 0,5 Гц), выбирают переключателем SA1. Амплитуда сигналов треугольной формы на выходе интегратора задана соотношением сопротивлений резисторов R1 и R4 компаратора. Она равна 2 В.

Эти сигналы, амплитуда которых уменьшена резистивным делителем напряжения R10R11 до 50 мВ, поступают на буферный усилитель с единичным коэффициентом передачи по напряжению, собранный на ОУ DA2.2. Сигнал с его выхода и подают на измеряемый конденсатор C_x, один вывод которого подключают к гнезду XS1. При такой амплитуде этого сигнала измерения в большинстве случаев удаётся проводить без выпаивания конденсатора из платы.

Гнездо XS2, к которому подключают другой вывод измеряемого конденсатора, соединено через резистор R17 с инвертирующим входом ОУ DA3.2. При подключении конденсатора этот ОУ и резистор R18 образуют дифференциатор, на выходе которого появляются разнополярные импульсы трапецеидальной формы (рис. 2,в). Максимальный входной ток дифференциатора, равный выходному току буферного усилителя, ограничен тем же резистором R18 (R17≪R18, см. рис. 1) и не превышает 3 мА (3 В/1 кОм = 3 мА), что меньше максимально допустимого [4]. Низкоомный резистор R17 устраняет влияющее на точность измерения самовозбуждение дифференциатора при сигналах на его выходе, бо́льших 0,1 напряжения питания.

На полевом транзисторе VT4 с изолированным затвором собран синхронный детектор. Применение здесь полевого транзистора с p-n переходом, как в [3], невозможно из-за низкого питающего напряжения. Компаратор на ОУ DA3.1 и полевой транзистор VT1 управляют состоянием синхронного детектора. Рассмотрим его работу с момента подключения конденсатора C_x.

С появлением прямоугольного импульса отрицательной полярности на выходе компаратора на ОУ DA1.1 (рис. 2,а) транзистор VT1 открывается и напряжение питания +3 В поступает на неинвертирующий вход компаратора, собранного на ОУ DA3.1. На его выходе появляется и удерживается напряжение около +3 В (рис. 2,г), поэтому транзистор VT4 закрыт. Такое состояние компаратора и транзистора VT4 сохраняется и при положительной

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2015

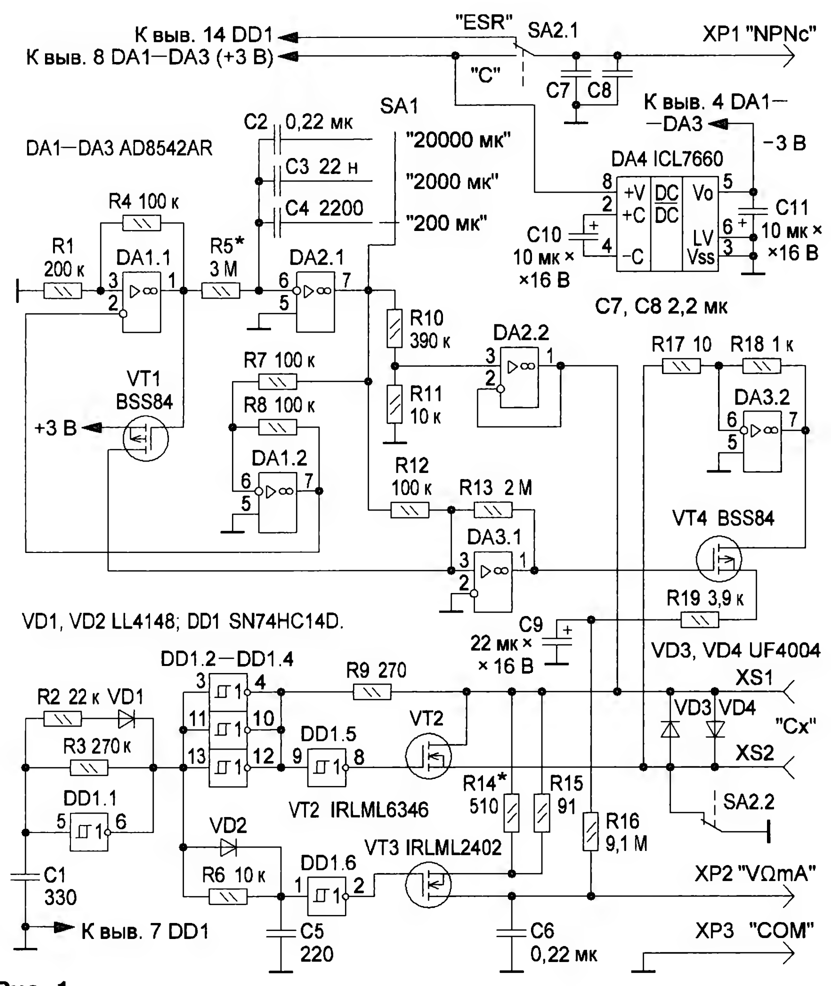


Рис. 1

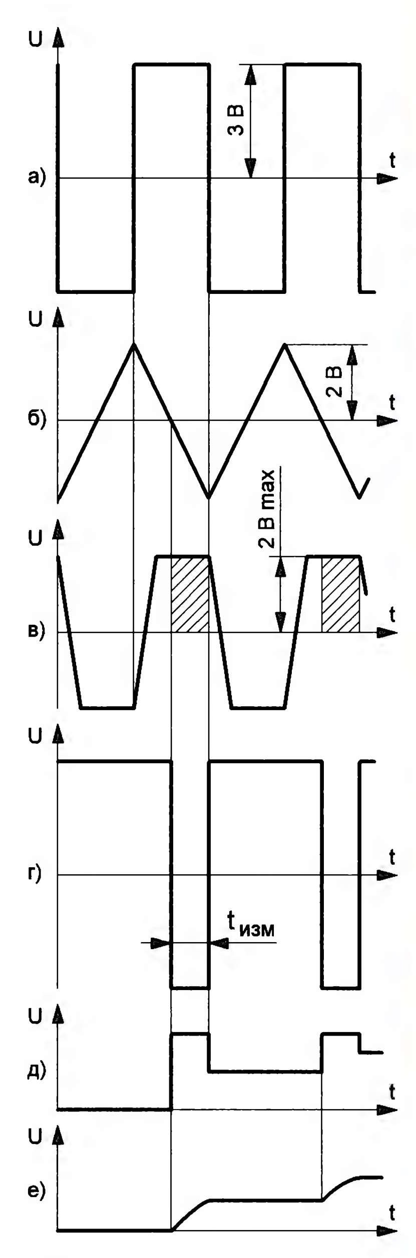


Рис. 2

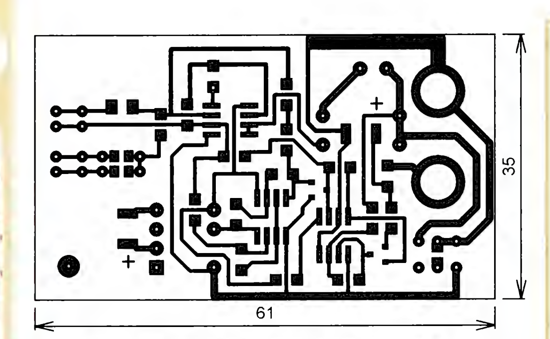
полярности импульса треугольной формы, поступающего с выхода функционального генератора на неинвертирующий вход DA3.1 через резистор R12.

При смене полярности импульса треугольной формы, когда напряжение начинает линейно изменяться от 0 до -2 В (рис. 2,б), транзистор VT1 уже закрыт (напряжение на его затворе + 3 В) и на выходе компаратора от входного отрицательного импульса устанавливается и удерживается на время $t_{изм}$ напряжение около -3 В (рис. 2,г). Транзистор VT4 синхронного детектора открывается. К этому моменту трапецеидальный импульс положительной полярности на выходе дифференциатора уже имеет максимально плоскую вершину, а значение его амплитуды, как известно, пропорционально измеряемой ёмкости C_x. С появлением следующего прямоугольного импульса отрицательной полярности на выходе ОУ DA1.1 процесс повторяется.

Продетектированные части трапецеидальных импульсов с выхода детектора (рис. 2,в, д) через резистор R19 поступают на конденсатор С9, который быстро заряжается до их амплитудного значения (рис. 2,е). Резистор ограничивает ток зарядки. С конденсатора С9 постоянное напряжение, пропорциональное ёмкости C_x, через делитель, образованный сопротивлением резистора R16 и входным сопротивлением мультиметра (1 МОм), поступает на вход "VΩmA" для измерения.

Приставка собрана на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Чертёж печатной платы показан на **рис. 3**, а расположение на ней элементов — на **рис. 4**. Фотоснимки собранной приставки представлены на **рис. 5**. Одинарный штырь XP1 "NPNc" — подходящий от разъёма. Штыри XP2 "VΩmA" и XP3 "COM" — от вышедших из строя измерительных щупов для мультиметра. Входные гнёзда XS1, XS2 — клеммник винтовой 350-02-021-12 серии 350 фирмы DINKLE. Переключатели SA1, SA2 — движковые серий MSS, MS, IS, например, MSS-23D19 (MS-23D18) и MSS-22D18 (MS-22D16) соответственно. Конденсаторы С2, С3 — импортные плёночные выводные на напряжение 63 В. Все остальные конденсаторы — для поверхностного монтажа. Конденсаторы С1, С4—С7 — керамические типоразмера 1206, С8 — 0808, С9—С11 — танталовые В. Все резисторы — типоразмера 1206. Транзисторы BSS84 заменимы на IRLML6302, а IRLML2402 — на FDV303N. При иной замене следует учесть, что пороговое напряжение, сопротивление открытого канала и входная ёмкость (C_{iss}) транзисторов должны быть такими же, как у заменяемых. О транзисторе IRLML6346 сказано в статье [1]. ОУ AD8442AR заменим, например, на LMV358IDR. В случае такой замены ёмкость конденсаторов С2—С4 необходимо увеличить в несколько раз (например, 1, 0,1 и 0,01 мкФ соответственно), а сопротивление резистора R5 уменьшить во столько же раз. Возможно применение и отечественных ОУ КФ1446УД4А, но потребляемый приставкой ток возрастёт на 1 мА.

Выводы защитных диодов VD3, VD4, микросхемы DA4 и переключателя SA2 в местах, где для них с обеих сторон печатной платы имеются контактные площадки, пропаивают с двух сторон. Аналогично пропаивают штыри XP1—XP3 , причём XP2, XP3 закрепляют пайкой в первую очередь, а затем уже "по месту" сверлят отверстие и впаивают штырь XP1. В отверстие около нижнего



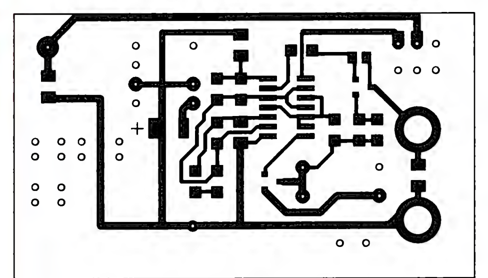
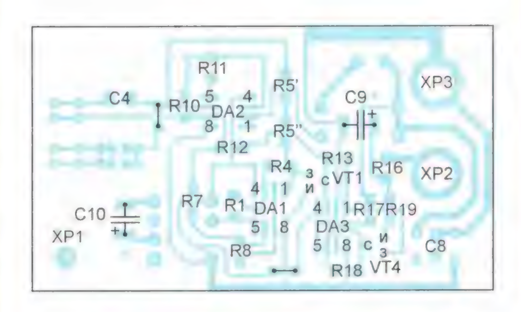


Рис. 3



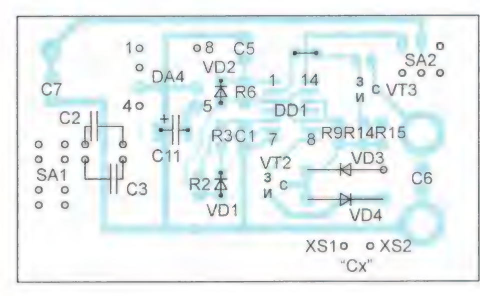


Рис. 4

по плате вывода резистора R11 вставляют отрезок лужёного провода и пропаивают его с двух сторон. Перед монтажом вывод 7 микросхемы DA4 следует отогнуть или укоротить.

При работе с приставкой переключатель рода работ мультиметра устанавливают в положение измерения постоянного напряжения на пределе 200 мВ. Перед калибровкой приставку сначала подключают к автономному источнику питания напряжением 3 В и измеряют потребляемый ток, который не должен превышать 3 мА, а затем подключают к мультиметру. Далее устанавливают переключатель SA2 в положение "С" (нижнее по схеме на рис. 1) и подключают к гнёздам XS1, XS2 оксидный конденсатор с заведомо измеренной ёмкостью. Переключатель SA1 устанавливают на соответствующий предел и резистором R5 добиваются нужных показаний на индикаторе. Если переключатель находится в среднем положении, показания следует умножить на 10, в верхнем по схеме — на 100. Для уменьшения погрешности измерений ёмкость конденсаторов С2—С4 необходимо подобрать на каждом пределе. На плате предусмотрены контактные площадки для установки дополнительных керамических конденсаторов типоразмера 0805. Обратите внимание, что для облегчения налаживания резистор R5 на плате составлен из двух, соединённых последовательно (на рис. 4 они обозначены R5' и R5'').

Калибровка измерителя ЭПС описана в статье [1]. Если резисторами R14, R15 не удаётся выставить нулевые показания при замкнутых гнёздах "C_x" [5], а это возможно при установке



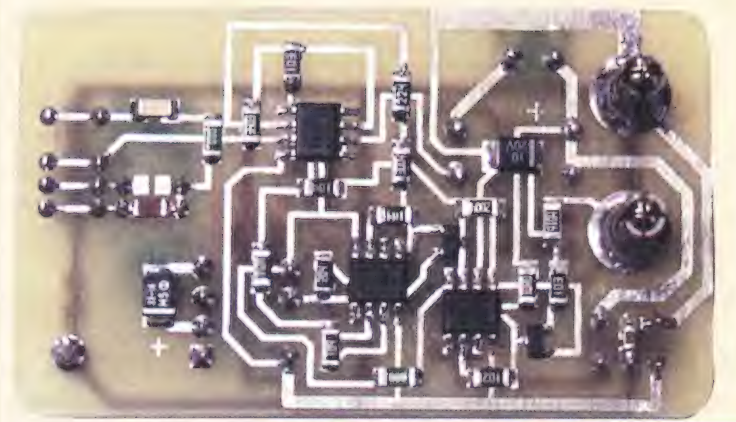


Рис. 5

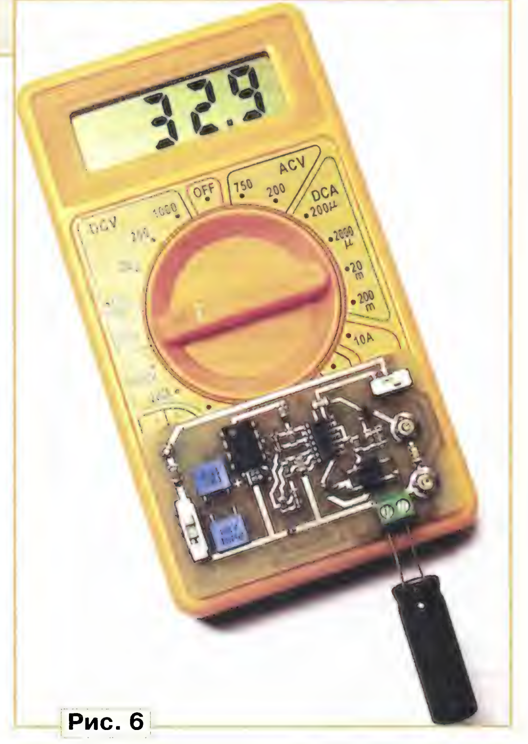


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

транзистора VT3 с малой проходной ёмкостью и конечного сопротивления замкнутых контактов секции переключателя SA2.2, следует параллельно выводам затвор—сток транзистора подключить керамический конденсатор ёмкостью несколько десятков пикофарад и повторить налаживание. На печатной плате для конденсатора типоразмера 0805 предусмотрены контактные площадки. На **рис. 6** показана приставка с мультиметром при измерении конденсатора номинальной ёмкостью 3300 мкФ.

При частом использовании приставки контакты переключателя SA2 могут быть подвержены износу. Нестабильность сопротивления замкнутых контактов секции SA2.2 приведёт к увеличению погрешности измерения ЭПС. В таком случае целесообразно вместо механических контактов SA2.2 применить переключательный полевой транзистор, аналогичный IRLML6346 (VT2), с сопротивлением открытого канала не более 0,05 Ома. Вывод истока транзистора соединяют с общим проводом, стока — с выводом истока транзистора VT2, затвора — с выводом 14 DD1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Глибин С.** Измеритель ЭПС — приставка к мультиметру. — Радио, 2011, № 8, с. 19, 20.

2. **Глибин С.** Замена микросхемы 74AC132 в измерителе ЭПС. — Радио, 2013, № 8, с. 24.

3. Преобразователь ёмкость—напряжение. — Радио, 1984, № 10, с. 61.

4. CMOS Rail-to-Rail General-Purpose Amplifiers AD8541/AD8542/AD8544. — URL: **http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8541_8542_8544.pdf** (8.10.14).

5. Технический форум журнала "Радио". Измеритель ЭПС — приставка к мультиметру. — URL: **http://www.radio-forum.ru/forum/viewtopic.php?f=1&t=1870&start=10** (8.10.14).

От редакции. Файл печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/01/ESR-C-meter.zip*** *на нашем ftp-сервере.*

Библиотека для работы с 1-Wire устройствами

П. ВЫСОЧАНСКИЙ, г. Рыбница, Приднестровье, Молдавия

Созданная автором библиотека написана на языке PureBasic и позволяет компьютерным программам работать с различными устройствами с интерфейсом 1-Wire, подключёнными к COM-портам (в том числе созданным с помощью переходников USB-COM). Многие функции библиотеки предназначены специально для работы с датчиком температуры DS18B20.

Особенность интерфейса 1-Wire состоит в том, что двунаправленный обмен информацией производится по одному проводу, не считая общего. Это отражено в названии интерфейса. Отдельный провод питания устройства во многих случаях может отсутствовать, для работы достаточно напряжения, приходящего по информационному проводу сигнала. А в паузах этого сигнала устройство питается энергией, запасённой в специально предусмотренном внутреннем конденсаторе.

Существуют различные ведомые устройства с интерфейсом 1-Wire: оперативные и постоянные запоминающие устройства, часы реального времени, аналого-цифровые преобразователи, датчики температуры и многое другое. У каждого из них свой уникальный серийный номер, занесённый в его постоянную память при изготовлении. Это позволяет ведущему устройству интерфейса (например, компьютеру) распознать несколько ведомых устройств, подключённых к одному и тому же проводу, протяжённость которого может достигать 300 м, и независимо обмениваться информацией с каждым из них. Инициатором обмена выступает ведущее устройство. Особые случаи здесь рассматриваться не будут.

Предусмотрена специальная процедура поиска ведомых устройств и определения их уникальных номеров, что даёт ведущему возможность динамически определять подключение и отключение ведомых без их предварительной регистрации в сети. Достаточно время от времени выполнять поиск и сравнивать его результаты с предыдущими.

Для соединения компьютера с устройствами, снабжёнными интерфейсом 1-Wire, можно использовать не только специализированные контроллеры, но и последовательный (COM) порт. Хотя исходно он не предназначен для этих целей и работает по протоколу, отличающемуся от 1-Wire, но используя специальные методы кодирования/декодирования информации, а также оперативно изменяя режим работы порта, можно добиться эмуляции протокола 1-Wire.

Преимущество использования COM-порта в сравнении, например, с параллельным (LPT) портом в том, что COM-порт формирует временные интервалы аппаратно, а в случае LPT-порта это пришлось бы делать программно, что затруднительно из-за многозадачности современных операционных систем.

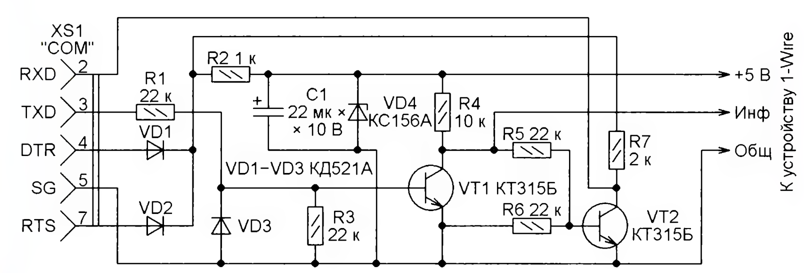


Рис. 1

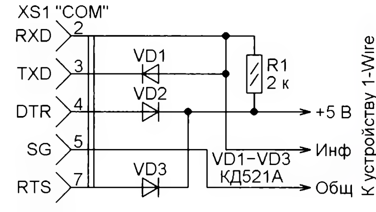


Рис. 2

Идея использовать COM-порт для работы с 1-Wire устройствами не нова, она содержится в фирменных рекомендациях по применению этого интерфейса. Такое решение использовалось и в некоторых конструкциях, описанных на страницах журнала "Радио" [1].

Устройства 1-Wire соединяют с разъёмом COM-порта компьютера через специальный адаптер, схема одного из вариантов которого показана на **рис. 1**. Он предназначен для портов, логические уровни сигналов на линиях которых в точности соответствуют спецификации RS-232 [2]. Но иногда, например, у некоторых преобразователей USB-COM, уровни сигналов на разъёме интерфейса RS-232 совместимы с логическими микросхемами структуры TTL, а сами сигналы проинвертированы. Возможно, это сделано для упрощения согласования преобразователей с микроконтроллерными устройствами. В таком случае адаптер можно собрать по схеме, показанной на **рис. 2**.

тел. 608-28-38

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

Сегодня существуют довольно много программ, обеспечивающих связь компьютера с устройствами 1-Wire через COM-порт. Но большинство из них работают только с 32-разрядными версиями Windows и используют упрощённые методы реализации протокола 1-Wire. Кроме того, они не рассчитаны на одновременную работу с несколькими COM-портами, хотя при реализации сложных сетей это может потребоваться.

По этой причине разработан предлагаемый вниманию читателей компонент приложения OWire_Module — библиотека функций для взаимодействия с устройствами 1-Wire, в котором устранены указанные выше и некоторые другие недостатки. Он написан на языке PureBasic. Компонент скомпилирован под платформы Windows x86, Windows x64, Linux x86 и Linux x64. После небольшой доработки процедуры SetBaudRate() появится возможность его компиляции и для MacOS X.

Компонент создавался для работы в основном с температурным датчиком DS18B20, и в нём реализованы все команды управления этим датчиком. Предусмотрены способы добавления в библиотеку других команд, поэтому его можно использовать для работы с практически любыми устройствами 1-Wire. Из компонента экспортируются 30 функций, как реализующих команды управления устройством, так и сервисные, необходимые для управления работой компонента и для добавления новых команд.

Функция **OW_SetMode(Mode)** устанавливает режим работы компонента. Параметр Mode может принимать значения, равные указанным в **табл. 1** или их сумме. Следует иметь в виду, что режим OW_Mode_CPU_MinUsage замедляет обмен информацией по шине, особенно поиск устройств. Применять его следует лишь в тех случаях, когда это действительно необходимо. Режим OW_Mode_Invert используют при работе с некоторыми аппаратными адаптерами интерфейса. Режим OW_Mode_NoControlPin устанавливают, если по той или иной причине линии DTR и RTS для питания устройства 1-Wire не используются (например, применяется его "паразитное" питание от информационной линии).

Если необходимо оставить неизменными один или два ранее установленных режима и модифицировать оставшиеся, то следует запросить текущее состояние компонента функцией OW_GetMode() и затем, используя логические операции "И" или "ИЛИ", изменить нужным образом возвращённое ею значение и задать его в качестве параметра функции OW_SetMode(Mode).

Функция **OW_GetMode()** возвращает значение, соответствующее действующему в момент её вызова режиму работы компонента (табл. 1).

Функция **OW_GetLastError()** возвращает код ошибки выполнения функции, вызванной перед ней. Возможные варианты и их значения приведены в **табл. 2**. Она работает со всеми функциями, кроме OW_SetMode(Mode) и OW_GetMode(). Учтите, что результат работы этой функции правилен только для текущего потока. Это необходимо для поддержки многопоточных приложений.

Функция **OW_OpenPort(PortName, Port)** открывает последовательный порт с именем, указанным в аргументе PortName. Это должна быть строка текста (например, "COM1" в Windows или "/dev/ttyS0" в Linux) в формате ASCIIZ — каждый символ кодируется одним байтом кода ASCII, а строка завершается нулевым байтом. Аргумент Port задаёт уникальный идентификатор порта (целое число в интервале 0—999). Указывая этот идентификатор при вызовах других функций библиотеки, можно работать с несколькими одновременно открытыми портами. Если идентификатор уже связан с открытым портом, то перед открытием нового порта с тем же идентификатором предыдущий порт будет автоматически закрыт.

При значении параметра Port, равном –1, функция самостоятельно сгенерирует допустимое значение идентификатора и возвратит его в качестве результата. При других значениях параметра возвращается системный идентификатор (handle), присвоенный порту операционной системой. Он может потребоваться, если возникнет необходимость использовать системные функции работы с портом. Функция возвращает нулевой результат, если порт не удалось открыть.

Функция **OW_ClosePort(Port)** закрывает порт с заданным идентификатором. В случае успешного выполнения результат будет ненулевым.

Функция **OW_Reset(Port)** выполняет установку в исходное состояние всех устройств 1-Wire, подключённых к указанному порту. Результат её выполнения не равен нулю при отсутствии ошибок.

Функция **OW_ReadByte(Port)** читает один байт из устройства и возвращает его. Чтобы убедиться в отсутствии ошибок, необходимо вызвать функцию OW_GetLastError().

Таблица 1

Имя	Знач.	Режим
#OW_Mode_CPU_MinUsage	1	Использование процессорного времени минимизировано путем вставки в цикл ожидания информации от 1-Wire команд, останавливающих текущий процесс на несколько миллисекунд
#OW_Mode_Invert	2	Логические уровни на линиях DTR и RTS инвертированы
#OW_Mode_NoControlPin	4	Линии DTR и RTS не используются

Таблица 2

Имя	Знач.	Описание ошибки
#OW_Err_OK	0	Нет ошибок
#OW_Err_Port	1	Нет открытого порта
#OW_Err_NoDevice	2	Не найдены устройства 1-Wire
#OW_Err_IO	3	Ошибка ввода-вывода
#OW_Err_BaudRate	4	Ошибка скорости порта
#OW_Err_Search	5	Ошибка поиска устройств
#OW_Err_BadParam	6	Некорректный параметр функции
#OW_Err_NoData	7	Нет информации

Функция **OW_WriteByte(Byte, Port)** выполняет передачу одного байта устройству. Её параметры — байт для передачи и идентификатор порта. Контроль правильности выполнения необходимо выполнять с помощью функции OW_GetLastError().

Функция **OW_ReadMultiByte(*Buff, Count, Port)** предназначена для чтения из устройства массива байтов. Указатель на массив, в который необходимо поместить эти байты, следует передать функции в первом аргументе, а во втором — число ожидаемых байтов. Учтите, что размер массива не должен быть меньше этого числа. В случае отсутствия ошибок функция возвратит ненулевое значение.

Функция **OW_WriteMultiByte(*Buff, Count, Port)** выполняет передачу массива байтов. Назначение аргументов и возвращаемый результат такие же, как у предыдущей функции, но есть отличие в логике обработки аргументов. Функция может принимать данные не только по указателю, но и по значению. Если значение первого аргумента (это может быть константа или переменная) находится в интервале от 0 до 255, а второй равен 1, то будет передан один байт с указанным значением.

Функция **OW_GetCRC(*Buff, Count)** вычисляет циклический контрольный код (CRC), служащий для проверки достоверности информации. Обрабатывается массив байтов, указатель на который передан ей в первом аргументе. Размер массива в байтах задаёт второй аргумент. Функция возвращает CRC длиной один байт. Чтобы удостовериться в отсутствии ошибок, следует вызвать функцию OW_GetLastError().

Когда в сети 1-Wire более одного ведомого устройства, перед началом работы с одним из них необходимо его выбрать. Делают это с помощью так называемых ROM-команд, работающих с уникальными серийными номерами устройств. В библиотеке имеются три функции, реализующие эти команды, две функции поиска устройств, возвращающие их уникальные номера, а также функция сброса параметров поиска.

Функция **OW_ReadROM(*Info.OW_SN, Port)** считывает из устройства 1-Wire его уникальный номер. Результат помещается в структуру типа OW_SN (**табл. 3**), указатель на которую должен быть передан функции в её первом аргументе. Все поля структуры — однобайтные, её общий размер — 8 байт. В поле Type будет помещён код типа устройства, узнать который можно в технической документации на него. Например, у датчика температуры DS18B20 он равен 0x28. В поле Number функция записывает

Таблица 3

```
Structure OW_SN
  Type.a
  Number.a[6]
  CRC.a
EndStructure
```

собственно уникальный номер устройства длиной 6 байт, а в поле CRC — байт циклического контрольного кода полей Type и Number.

В случае успешного выполнения функция возвращает ненулевой результат. Нужно заметить, что она правильно работает только в сети, содержащей единственное ведомое устройство. При большем их числе необходимо пользоваться функциями поиска.

Функция **OW_SelectROM(*Info.OW_SN, Port)** позволяет выбрать конкретное устройство, после чего только оно станет принимать команды, пока не будет вызвана функция OW_Reset(Port). В первом аргументе рассматриваемой функции необходимо передать указатель на структуру типа OW_SN с уникальным номером существующего в сети устройства. В случае отсутствия ошибок функция возвратит ненулевой результат.

Функцию **OW_SkipROM(Port)** используют, если необходимо пропустить проверку номера и отправлять команды всем устройствам в сети одновременно. Это может потребоваться, например, чтобы подать команду запуска измерения температуры одновременно нескольким её датчикам, чем можно сократить затраты времени на рассылку команд и обеспечить синхронное измерение температуры несколькими датчиками.

Функциями **OW_SearchROM_Reset()** и **OW_SearchROM_Enum(*Sensor.OW_SN, Port)** пользуются, если заранее неизвестно число устройств в сети или возможны отключения имеющихся и подключения новых устройств, что приводит к необходимости динамически определять текущий состав сети. Первая из функций позволяет начать новый поиск, а вторая выполняет перечисление устройств. Каждый её вызов записывает в соответствующий экземпляр структуры типа OW_SN уникальный номер найденного устройства (при условии, что функция возвращает ненулевой результат). Если возвращён ноль, то произошла ошибка и необходимо вызвать функцию OW_GetLastError() для уточнения её причины. Ошибка с кодом OW_Err_NoData (см. табл. 2) свидетельствует, что перечисление завершено и неопознанных устройств нет. Учтите, что в многопоточных приложениях промежуточные результаты поиска сохраняются в контексте текущего потока.

Функции **OW_SearchAlarm_Reset()** и **OW_SearchAlarm_Enum(*Sensor.OW_SN, Port)** отличаются от только что рассмотренных тем, что используются для поиска датчиков температуры, сигнализирующих о её выходе за установленные пределы. Более подробно об этом можно прочитать в [3].

ROM-функции и функции поиска (исключая функции OW_SearchROM_Reset() и OW_SearchAlarm_Reset()) в процессе исполнения самостоятельно приводят ведомые устройства в исходное состояние. Поэтому вызывать перед их использованием функцию OW_Reset(Port) нет необходимости.

Выбранное командой OW_SelectROM (*Info.OW_SN, Port) устройство может принимать команды, позволяющие его конфигурировать, определять состояние и обмениваться с ним информацией. Для устройств каждого типа существует свой набор команд, состав которого зависит от назначения устройства. Список команд можно найти в технической документации на устройство. В рассматриваемом компоненте реализованы все команды датчика температуры DS18B20.

Функция **OW_ReadRAM(*Info.OW_RAM, Port)** считывает всё содержимое (9 байт) оперативной памяти устройства и помещает его в структуру типа OW_RAM (**табл. 4**), указатель на которую необходимо передать в первом аргументе. Все поля структуры — однобайтовые, за исключением массива x, содержащего три однобайтовых элемента. Поля L_Termo.a и H_Termo.b — младший и старший байты значения температуры, измеренной датчиком. В полях Max_Termo.b и Min_Termo.b находятся максимальное и минимальное допустимые значения температуры, о выходе за которые датчик подаёт сигнал, воспринимаемый функцией OW_SearchAlarm_Enum. В поле Config хранится текущее состояние регистра конфигурации датчика. Поле x — служебная область памяти датчика. Изменять её содержимое не допускается. Поле CRC содержит контрольный код, необходимый для проверки целостности данных. Функция возвращает ненулевой результат при отсутствии ошибок.

Таблица 4

```
Structure OW_RAM
  L_Termo.a
  H_Termo.b
  Max_Termo.b
  Min_Termo.b
  Config.a
  x.a[3]
  CRC.a
EndStructure
```

Функция **OW_WriteRAM(*Info.OW_WriteRAM, Port)** записывает информацию в оперативную память датчика. Её первый параметр — указатель на структуру типа OW_WriteRAM (**табл. 5**), в которой должны быть данные о минимальной и максимальной допустимой температуре и о конфигурации датчика.

Таблица 5

```
Structure OW_WriteRAM
  Max_Termo.b
  Min_Termo.b
  Config.a
EndStructure
```

Функция **OW_CopyRAM(Port)** предназначена для копирования информации, хранящейся в оперативной памяти датчика в её энергонезависимую память. Иначе при отключении питания эта информация будет утеряна. Операция занимает несколько десятков миллисекунд. В случае успешного выполнения функция возвращает ненулевой результат.

Функция **OW_Recall(Port)** выполняет обратную операцию, копируя информацию, хранящуюся в энергонезависимой памяти, в оперативную. В случае успешного выполнения функция возвращает ненулевой результат.

Функция **OW_ConvertT(Port)** служит для запуска процесса измерения температуры. Он занимает некоторое время, зависящее от заданной в регистре конфигурации датчика разрешающей способности. При максимальном 12-разрядном разрешении измерение будет завершено приблизительно через 750 мс. Функция возвращает ненулевой результат в случае отсутствия ошибок.

Функция **OW_ReadPowerSupply (Port)** сообщает о способе питания датчика. Если он питается от информационной линии, а вывод питания не используется (так называемое "паразитное" питание), функция возвратит 0. При обычном питании будет возвращено значение 1. Для контроля ошибок следует использовать функцию OW_GetLastError().

В библиотеке имеется ряд функций, не имеющих прямого отношения к работе с устройствами 1-Wire, но предоставляющих дополнительные возможности, которые могут потребоваться, например, при реализации отсутствующих в библиотеке команд. Имена таких функций начинаются с SP_, что расшифровывается как "Serial Port".

Функция **SP_PortID(Port)** позволяет узнать системный идентификатор (handle) порта по его идентификатору, заданному функцией OW_OpenPort(Port Name, Port). В случае ошибки (например, нет открытого порта с указанным идентификатором) функция возвратит 0. Для определения точной причины ошибки следует использовать функцию OW_GetLastError().

Функция **SP_CountInBytes(Port)** позволяет определить число байтов, находящихся в буфере приёма порта. Если она возвращает нулевой результат, это может означать, что буфер пуст или произошла ошибка. В такой ситуации необходимо вызвать функцию OW_GetLastError(), чтобы удостовериться в отсутствии ошибки.

Функция **SP_ReadByte(Port)** предназначена для чтения одного байта из буфера порта. Проверку ошибок выполняют аналогично предыдущей функции.

Функция **SP_WriteByte(Byte, Port)** выполняет запись байта в порт. Её аргументы — записываемый байт и идентификатор порта. При отсутствии ошибок функция возвратит ненулевой результат.

Функция **SP_GetControlPin(Pin, Port)** позволяет прочитать состояние управляющих линий порта. Аргументом Pin может быть одна из констант #SP_Pin_RI (0), #SP_Pin_DCD (1), #SP_Pin_DSR (2), #SP_Pin_CTS (3), задающих определение состояния соответственно линий RI, DCD, DSR и CTS. В скобках указаны числовые значения этих констант. Функция возвратит в качестве результата логическое состояние указанной линии (0 или 1). Контроль ошибок следует выполнять, вызвав функцию OW_ GetLast Error().

Функция **SP_SetControlPin(Pin, Value, Port)** изменяет логические состояния выходных линий порта. Аргументом Pin может быть одна из констант #SP_Pin_DTR (1), #SP_Pin_RTS (2), #SP_Pin_TXD (4) или их логическая сумма. Аргументом Value задают требуемое логическое состояние (0 или 1) выходов, указанных в аргументе Pin. При успешном выполнении функция возвратит ненулевой результат. Перед использованием этой функции необходимо с помощью функции OW_GetMode() установить режим OW_Mode_NoControlPin, иначе логические уровни на выходах DTR и RTS могут

изменяться при вызове функции OW_Reset(Port) и использующих её ROM-функций и функций поиска.

Рассмотрим использование компонента на примере программы OWire, окно которой показано на **рис. 3**. Она позволяет найти все устройства 1-Wire, подключённые к выбранному последовательному порту, и прочитать текущие показания датчиков температуры DS1820, DS18S20 или DS18B20.

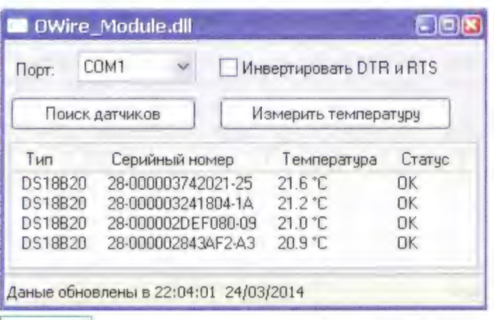


Рис. 3

При выборе COM-порта из списка, выпадающего в поле "Порт", выполняется процедура SelectPort(), текст которой приведён в **табл. 6**. Имя выбранного в списке порта записывается в строковую переменную Port. Затем функцией OW_OpenPort() открывается этот порт, которому присваивается идентификатор 2 (значение определённой в программе константы #Port). В строке состояния окна программы отображается результат открытия порта.

Если отметить надпись "Инвертировать DTR и RTS", будет вызвана показанная в **табл. 7** процедура SetMode(), которая установит нужный режим. При наличии отметки функция GetGadget State() возвратит значение 1, а если отметки нет — значение 0. В первом случае следующая за строкой с оператором If функция OW_SetMode() установит режим #OW_Mode_Invert. Во втором случае следующий за строкой с ключевым словом Else аналогичный оператор отменит этот режим.

Поиск устройств 1-Wire выполняется в процедуре SearchSensors(), приведённой в **табл. 8**. Эта процедура вызывается при нажатии на экранную кнопку "Поиск датчиков" в окне программы. В первую очередь создаются экземпляр структуры Sensor типа OW_SN (был рассмотрен выше при описании функции OW_ReadROM()) и две переменные с именами Err и Count типа Integer. Поскольку они локальные, зона их видимости и время существования ограничены рамками рассматриваемой процедуры.

Затем очищается двухсвязный список ListDevices() структур типа OW_SN, объявленный в вызывающей программе. В строку состояния окна помещается текст, информирующий о поиске устройств 1-Wire, после чего начинается процесс поиска. Результаты предыдущего поиска (если он был) сбрасываются вызовом функции OW_SearchROM_Reset(). Затем в цикле while вызывается функция OW_SearchROM_Enum(), выполняющая собственно поиск. В результате каждого её вызова в структуру Sensor, указатель на которую был ей передан, записывается идентификатор очередного найденного устройства (при условии, что работа функции завершилась без ошибок).

В теле цикла увеличивается на единицу значение переменной Count, служащей счётчиком найденных 1-Wire устройств. Затем в список ListDevices() добавляется новый элемент, который становится текущим и в него копируется содержимое структуры Sensor.

В случае ошибки выполнения функции OW_SearchROM_Enum() цикл будет прерван и проанализирована причина ошибки. Чаще всего это отсутствие неопознанного устройства, означающее, что все они уже найдены и поиск завершён. В строке состояния будет отображено число найденных устройств. Если же причина ошибки иная, в строке состояния программы появится её текстовое описание.

Нажатие на экранную кнопку "Измерить температуру" приведёт к выполнению процедуры GetThermo(), текст которой — в **табл. 9**. В ней выполняется опрос датчиков температуры DS18x20.

Прежде чем рассматривать эту процедуру, расскажем о методе опроса датчиков. Согласно [3], сначала необходимо сформировать сигнал начальной установки, после которого активизировать устройство с заданным уникальным номером либо пропустить эту операцию, если устройство заведомо одно. Затем отправить команду ConvertT, которая запустит процесс измерения температуры. По завершении этого процесса необходимо вновь подать сигнал начальной установки и активизировать нужный датчик. Затем следует прочитать содержимое оперативной памяти датчика, в первых двух байтах которого хранится измеренное значение температуры.

Теперь рассмотрим, как это реализовано в процедуре GetThermo(). В первую очередь определяется, имеются ли сведения о подключённых к компьютеру 1-Wire устройствах. Если их нет, то выводится соответствующее сообщение в строке состояния программы и работа процедуры завершается.

При наличии одного и более устройств подаётся сначала команда SkipROM, пропускающая идентификацию по серийному номеру, а затем команда ConvertT, запускающая измерение температуры. Поскольку идентификация пропущена, эту команду получат все устройства. Это допустимо, если все они — датчики температуры DS18B20 или совместимы с ними по системе команд. В других случаях необходимо выполнять идентификацию устройств и отправлять команду ConvertT только датчикам температуры. Обратите внимание, что перед командой SkipROM отсутствует команда началь-

Таблица 6

```
Procedure SelectPort()
  Port.s = GetGadgetText(#Combo_0)
  If OW_OpenPort(Port, #Port)
    StatusBarText(0, 0,
    "Порт "+Port+" открыт")
  Else
    StatusBarText(0, 0,
    "Не удалось открыть порт "+Port)
  EndIf
EndProcedure
```

Таблица 7

```
Procedure SetMode()
  If GetGadgetState(#Checkbox_0)
    OW_SetMode(OW_GetMode()
    | #OW_Mode_Invert)
  Else
    OW_SetMode(OW_GetMode()
    & ~#OW_Mode_Invert)
  EndIf
EndProcedure
```

Таблица 8

```
Procedure SearchSensors()
  Protected Sensor.OW_SN, Err.i,
  Count.i = 0
  ClearList(ListDevices())
  StatusBarText(0, 0,
  "Поиск '1-Wire' устройств")
  OW_SearchROM_Reset()
  While OW_SearchROM_Enum(@Sensor,
        #Port)=#True
    Count+1
    If AddElement(ListDevices())
      CopyMemory(@Sensor,
      @ListDevices(), SizeOf(OW_SN))
    EndIf
  Wend
  Err=OW_GetLastError()
  If Err=#OW_Err_OK
  Or Err=#OW_Err_NoData
    StatusBarText(0, 0,
   "Найдено "+Count+
   " 1-Wire устройств")
  Else
    StatusBarText(0, 0,
    GetLastErrorString(Err))
  EndIf
  TableUpdate()
EndProcedure
```

Таблица 9

```
Procedure GetThermo()
  Protected RAM.OW_RAM
  Protected Thermo.f, t.w, i
  If ListSize(ListDevices())=0
    StatusBarText(0, 0,
   "Отсутствуют '1-Wire' устройства")
    ProcedureReturn
  EndIf
  If OW_SkipROM(#Port)
    If OW_ConvertT(#Port)
    ; Ожидание измерения температуры
      Delay(800)
      ForEach ListDevices()
        If ListDevices()\Type = $10
        Or ; DS1820 или DS18S20
          ListDevices()\Type = $28; DS18B20
          If OW_SelectROM(@ListDevices(),
          #Port)
            If OW_ReadRAM(@RAM, #Port)
              If OW_GetCRC(@RAM, 8)=RAM\CRC
                t = (RAM\H_Termo << 8)
                | RAM\L_Termo
                If ListDevices()\Type = $28
                  Thermo=t/16 ; DS18B20
                Else ; DS1820 или DS18S20
                  Thermo=t/2
                EndIf
                SetTable(#ListIcon_0, i,
                StrF(Thermo, 1)+" °C", "OK")
              Else
                SetTable(#ListIcon_0, i,
                " ", "Ошибка CRC")
              EndIf
            EndIf
          EndIf
        EndIf
        i+1
      Next
    EndIf
  EndIf
EndProcedure
```

ной установки. Дело в том, что она выполняется автоматически при вызове функции OW_SkipROM() и некоторых других, о чём упоминалось ранее.

Далее функция Delay() в ожидании завершения измерения температуры датчиками приостанавливает работу программы на 800 мс. После чего в цикле ForEach просматриваются все элементы двухсвязного списка ListDevices(), хранящего информацию об устройствах 1-Wire. Каждый элемент списка — структура типа OW_SN (см. табл. 3). Если в поле Type структуры записан код 10H или 28H (датчики DS1820 и DS18S20 или DS18B20), то функцией OW_SelectROM() соответствующее устройство 1-Wire выбирается, а функцией OW_ReadRAM() читается содержимое его памяти. Оно помещается в структуру RAM типа OW_RAM (см. табл. 4).

Затем проверяется достоверность считанной информации, для чего результат работы функции OW_GetCRC (@RAM,8) сравнивается с содержимым поля CRC структуры RAM. Это необходимо, чтобы исключить ошибки, возникающие при обмене информацией. Их причиной могут быть различные помехи в линии передачи. Если ошибок не обнаружено, то далее производится преобразование значения температуры в десятичный формат и её отображение в таблице, находящейся в окне программы.

В заключение рассмотрим способы добавления новых команд. Самый радикальный из них — модификация исходного кода компонента и его повторная компиляция. Но в большинстве случаев этого не требуется. Ведь команды, как правило, состоят из ряда обменов байтами с 1-Wire устройством, а их можно реализовать, используя имеющиеся функции компонента.

В качестве примера рассмотрим реализацию команды Read Power Supply, которая позволяет определить тип питания (нормальное или "паразитное) устройства. Согласно документации, для её выполнения необходимо отправить в устройство код команды — байт B4H и проанализировать один ответный двоичный разряд.

Таблица 10

```
Procedure ReadPowerSupply(Port)
  OW_WriteByte($B4, Port)
  SP_WriteByte($FF, Port)
  Delay(10)
  ProcedureReturn SP_ReadByte(Port) & 1
EndProcedure
```

Если посмотреть список функций библиотеки, имена которых начинаются с OW_, функции приёма одного разряда среди них нет. Но принять его можно, используя функции, имена которых начинаются с SP_, предоставляющие доступ к COM-порту. Это было одной из причин добавления их в компонент.

В **табл. 10** показан один из вариантов реализации рассматриваемой команды. Для максимального упрощения из неё исключены проверки ошибок. Функция OW_WriteByte() передаёт устройству байт B4H. Затем функция SP_WriteByte() отправляет в COM-порт шестнадцатеричное число 0FFH. Это необходимо для последующего приёма байта. Далее после небольшой (10 мс) паузы, необходимой для передачи и приёма байта, из COM-порта считывается принятый байт. Он зависит от логического уровня, установленного устройством на шине 1-Wire во время приёма. Если этот уровень низкий, этот байт будет иметь нули в нескольких младших разрядах, в противном случае будет состоять из восьми единиц. Операция поразрядного "И" обнуляет все его разряды, кроме младшего. Полученный результат процедура возвращает вызывавшей её программе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фролов Д.** Компьютерный термометр с датчиком DS18B20. — Радио, 2004, № 9, с. 28, 29.

2. RS-232. — URL: **http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-232** (20.07.14).

3. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. — URL: **http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf** (20.07.14).

__От редакции__. Библиотека OWire и примеры её использования имеются по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/01/OWire.zip__ на нашем FTP-сервере.

Режим прямого доступа к памяти микроконтроллера ATxmega

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Микроконтроллеры Atxmega[1], в отличие от своих предшественников ATmega, имеют гораздо более высокую производительность, что обеспечивается не только повышенной тактовой частотой, но и более развитой внутренней архитектурой, в которой присутствует ряд новых узлов. Один из них — контроллер прямого доступа к памяти (ПДП), с помощью которого организуется прямая пересылка информации между ячейками памяти данных микроконтроллера, минуя процессор. Роль последнего сводится лишь к настройке контроллера ПДП и управлению его работой.

Рациональное использование прямого доступа к памяти (ПДП) позволяет существенно ускорить работу программ, в ходе выполнения которых необходимы регулярные пересылки массивов данных между модулями микроконтроллера. Ускорение происходит как за счёт большой скорости пересылки, так и за счёт освобождения от участия в ней процессора, который в это время может выполнять другие фрагменты программы.

Прежде чем рассматривать сам контроллер ПДП, необходимо остановиться на некоторых особенностях архитектуры микроконтроллера, которые необходимо знать для эффективного использования ПДП. Элементы любой вычислительной системы можно разделить на активные и пассивные. К активным относят те элементы, которые могут генерировать обращения к другим элементам системы. Типичный пример — процессор. В микроконтроллерах семейства ATmega это единственный активный элемент. В семействе ATxmega в их число вошёл и контроллер ПДП.

Одновременное функционирование в системе нескольких активных элементов может приводить к конфликтам между ними при одновременном обращении к одному и тому же пассивному элементу. Доступные для обращений со стороны нескольких активных элементов пассивные элементы принято именовать общими ресурсами вычислительной системы. Типичный пример — память, к которой активные элементы регулярно обращаются и при этом нередко конфликтуют между собой. Если не предпринять никаких мер, то результат конфликта один — остановка работы обоих конфликтующих элементов и обычно вычислительного процесса в целом.

Меры, принимаемые, чтобы избежать подобных последствий, могут быть аппаратными и программными. Аппаратные меры сводятся к оптимизации архитектуры вычислительной системы. Например, запоминающие устройства, при обращении к которым наиболее часто возникают конфликты, делают многоканальными, разделяя общий массив памяти на отдельные банки и обеспечивая независимый доступ к каждому из них. Предоставление каждому активному элементу своего банка памяти позволяет резко уменьшить возможное число конфликтов, однако полностью не избавляет от них.

Чтобы последствия конфликтов не стали фатальными для вычислительного процесса, шину доступа к общему ресурсу оборудуют арбитром шины, в который заложена шкала приоритетов всех возможных обращений к этому ресурсу. При одновременном обращении нескольких активных элементов арбитр первым допустит к ресурсу элемент с самым высоким приоритетом, затем с меньшим и так далее. Иначе говоря, выстроит очередь обращений.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

Программные меры предотвращения конфликтов сводятся к такой организации вычислительного процесса, при которой продолжительность занятия общего ресурса каждым активным элементом минимальна, в результате чего вероятность конфликта предельно снижена. Эффективность программных мер полностью зависит от мастерства программиста, от его знания не только средств программирования, но и особенностей архитектуры той системы, для которой он разрабатывает программу. Применительно к рассматриваемым микроконтроллерам это, в первую очередь, знание структур адресного пространства и шины памяти данных.

Следует напомнить, что в микроконтроллерах имеется память двух видов: память программ (часто называемая FLASH-памятью) и память данных. Память программ не относится к общим ресурсам, так как доступна только процессору. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только память данных, доступную как процессору, так и контроллеру ПДП.

Память данных микроконтроллера состоит из однобайтовых ячеек. Все 16 Мбайт адресного пространства этой памяти разбиты на четыре области:

0000H—0FFFH — память ввода—вывода, в которой находятся программно-доступные регистры всех модулей микроконтроллера, в том числе процессора;

1000H—1FFFH — энергонезависимая память (EEPROM). У разных микроконтроллеров её объём неодинаков, поэтому реальное значение верхней границы этой области следует брать из описания конкретного микроконтроллера;

2000H и выше — внутренняя и внешняя память данных с произвольным доступом. Верхняя граница внутренней памяти этого типа (ОЗУ) зависит от её объёма в конкретном микроконтроллере. Например, микроконтроллер ATxmega64 имеет ОЗУ объёмом 4 Кбайт, следовательно, его верхняя граница — 2FFFH. Через порты к микроконтроллеру может быть подключена внешняя память данных, начальный адрес которой на единицу больше максимального адреса внутреннего ОЗУ, а конечный может достигать 0FFFFFFH.

Для полного использования адресного пространства памяти данных работающее с ней активное устройство (например, контроллер ПДП) должно формировать 24-разрядные коды адреса. В качестве внешней памяти могут выступать не только микросхемы памяти, но и различные периферийные устройства с параллельным интерфейсом, допускающие обращение к ним как к ячейкам памяти (например, индикаторы).

Шина памяти данных микроконтроллера устроена так, что позволяет организовать одновременное обращение активных устройств к разным областям памяти данных. Это даёт возможность организовать параллельную бесконфликтную работу с ними процессора и контроллера ПДП. На **рис. 1** показан пример такой работы. Здесь процессор читает содержимое EEPROM, а контроллер ПДП в то же самое время пересылает информацию из внешней памяти во внутреннее ОЗУ. Если процессор и контроллер ПДП одновременно обратятся к одной области памяти, то возникнет конфликт, который должен разрешить арбитр шины по приоритетному принципу. Естественно, в такой ситуации программа исполняется медленнее, чем при бесконфликтной работе.

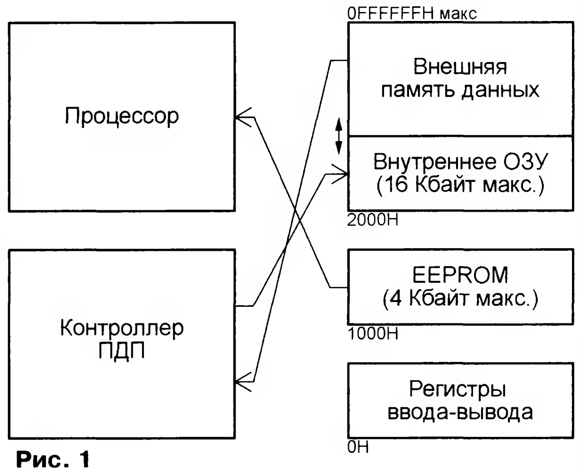


Рис. 1

Применение контроллера ПДП тесно связано и с системой прерываний микроконтроллера, работой которой управляет контроллер прерываний. В рассматриваемых микроконтроллерах эта система не претерпела революционных изменений по отношению к микроконтроллерам предыдущих поколений. Помимо существенного увеличения числа возможных источников запросов прерывания, принципиально новым стало только то, что контроллер прерываний стал многоуровневым. Он позволяет разделить запросы прерываний от различных модулей микроконтроллера на группы по уровню важности (высокому, среднему и низкому) и раздельно управлять обработкой этих групп.

Контроллер ПДП имеет четыре автономных канала пересылки информации. Для каждого канала должны быть установлены индивидуальные значения параметров, определяющих схему пересылки: источник запуска, систему адресации, уровень приоритета. Это позволяет пересылать до четырёх информационных потоков параллельно.

Пересылка массива информации по каналу ПДП называется транзакцией. Максимальный размер транзакции — 16 Мбайт. Она выполняется блоками объёмом до 64 Кбайт, а передача блока, в свою очередь, может происходить пакетами из одного, двух, четырёх или восьми байтов. При блочной схеме пересылки контроллер ПДП захватывает шину на всё время передачи блока, при пакетной — только на время передачи пакета. Столь сложная структура транзакции позволяет с минимальными простоями обслуживать обращения процессора и контроллера ПДП к одной и той же области памяти.

Поясним это на примере. Пусть в ходе выполнения некоторой программы контроллер ПДП должен переслать последовательность результатов работы АЦП в ОЗУ. Причём АЦП выдаёт новый однобайтовый результат каждую микросекунду, а всего нужно переслать 2000 результатов (байтов). Если эту транзакцию осуществить одним блоком такого объёма, то контроллер ПДП, получив доступ к ОЗУ, не освободит его до завершения передачи всего блока. Поэтому в течение 2000 мкс ОЗУ будет недоступно процессору.

Это неразумно, поскольку между пересылками по каналу ПДП двух смежных байтов проходит 1 мкс, а операция записи байта в ОЗУ выполняется за один машинный такт (около 0,03 мкс при тактовой частоте 32 МГц). Другими словами, лишь 3 % времени транзакции ОЗУ будет занято операциями записи, а в течение оставшихся 97 % будет бесполезно простаивать, оставаясь недоступным для процессора. Ему придётся ждать завершения транзакции. Понятно, что это сильно замедлит работу программы.

В рассматриваемом случае целесообразно настроить контроллер ПДП на пакетную передачу, задав размер пакета 1 байт. Контроллер ПДП станет захватывать шину каждую микросекунду всего на один машинный такт. В оставшуюся часть микросекунды ОЗУ будет свободно для обращений к нему процессора.

Настраивают контроллер ПДП записью необходимых кодов в его управляющие регистры. Рассмотрим основные из них. При описании регистров и их разрядов использованы их оригинальные мнемонические имена на английском языке. Многие системы программирования (например, BASCOM AVR) позволяют указывать эти имена вместо истинных адресов, что облегчает программирование. В скобках после имён описываемых разрядов указаны их порядковые номера в соответствующем регистре от 7 (старший) до 0 (младший).

Те разряды, которые на момент написания статьи зарезервированы для использования в дальнейших модификациях микроконтроллера, обычно доступны только для чтения, которое, как правило, даёт нулевой результат. Если запись в них разрешена, то записывать рекомендуется только нулевые значения. Более подробно о контроллере ПДП рассматриваемых микроконтроллеров и его регистрах можно узнать в [2].

Общие регистры контроллера ПДП

Регистр **CTRL** — управление контроллером ПДП.

ENABLE (7) — разрешение (единица) или запрет (ноль) работы контроллера ПДП.

RESET (6) — запись единицы в этот разряд приводит к установке контроллера ПДП в исходное состояние. По её завершении разряд обнуляется автоматически. Действует только при ENABLE=0.

DBUFMODE[1:0] (3, 2) — режим двойной буферизации: 00 — выключен; 01 — включён в каналах 0, 1; 10 — включён в каналах 2, 3; 11 — включён во всех каналах. Двойная буферизация гарантирует непрерывность передачи информации при последовательном использовании

двух каналов ПДП. Как только передача в первом канале завершается, разрешается работа второго канала, и наоборот.

PRIMODE[1:0] — установка приоритетов каналов ПДП: 00 — обработка запросов всех каналов карусельным методом; 01 — высший приоритет у канала 0, запросы остальных каналов обрабатываются по карусельному методу; 10 — высший приоритет у канала 0, следующий — у канала 1, запросы остальных каналов обрабатываются по карусельному методу; 11 — высший приоритет у канала 0, затем в порядке уменьшения приоритетов следуют каналы 1—3.

Разряды 4, 5 зарезервированы для будущих модификаций.

Регистр **INTFLAGS** — флаги состояния прерываний от контроллера ПДП.

CH3ERRIF—CH0ERRIF (7—4) — флаги прерываний по ошибкам в каналах ПДП. Исходное значение — 0000. Ошибка в любом из каналов ПДП приводит к установке единицы в соответствующем разряде. Запись единицы в один из этих разрядов приводит к его обнулению.

CH3TRNFIF—CH0TRNFIF (3—0) — флаги прерываний по завершению транзакций в каналах ПДП. Исходное значение — 0000. Флаг устанавливается (разряд переходит в единичное состояние), когда транзакция в соответствующем канале завершена. Если задано неограниченное число повторений, флаг устанавливается по окончании передачи каждого блока. Запись единицы в разряд снимает флаг.

Регистр **STATUS** — состояние контроллера ПДП.

CH3BUSY—CH0BUSY (7—4) — флаги занятости каналов. Флаг устанавливается (переходит в единичное состояние) при начале транзакции. Он снимается (переходит в нулевое состояние) при отключении канала, при установке флага прерывания по завершении транзакции или при ошибке в канале.

CH3PEND—CH0PEND (3—0) — флаги ожидания пересылки блока. Устанавливаются, когда заданная пересылка блока фактически не происходит. Автоматически снимаются с началом пересылки или при отмене транзакции.

Регистры канала ПДП

Регистр **CTRLA** — управление каналом.

ENABLE (7) — запись единицы в этот разряд разрешает работу канала. Разряд автоматически обнуляется по завершении транзакции. Если в него записать ноль во время пересылки информации, то пересылка будет остановлена лишь после опустошения внутреннего буфера передачи.

RESET (6) — запись единицы в этот разряд приводит к установке канала в исходное состояние. Разряд автоматически обнуляется по завершении этой операции. Действует только при ENABLE=0.

REPEAT (5) — запись единицы в этот разряд активирует режим повторения пересылки блоков. Предварительно следует указать число повторений в регистре REPCNT. Разряд автоматически обнуляется при запуске последнего из заданных повторений пересылки.

TRFREQ (4) — запись единицы в этот разряд приводит к генерации запроса на пересылку информации по каналу DMA. Разряд автоматически обнуляется с началом пересылки.

SINGLE (2) — запись единицы в этот разряд разрешает однократную передачу пакета информации, длина которого указана в поле BURSTLEN этого же регистра. Передачу инициирует источник информации. Значение в этом разряде нельзя изменить, если канал занят.

BURSTLEN[1:0] (1, 0) — задаёт число байтов в пакете: 00 — 1; 01 — 2; 10 — 4; 11 — 8. Его нельзя изменить, если канал занят.

Разряд 3 этого регистра зарезервирован для будущих модификаций.

Регистр **CTRLB** — управление каналом.

CHBUSY (7) — флаг занятости канала. Устанавливается, когда канал начинает транзакцию. Автоматически снимается при отключении канала, при установке флага прерывания по завершению транзакции или при установке флага прерывания по ошибке в канале.

CHPEND (6) — флаг ожидания пересылки блока по каналу. Он автоматически снимается с началом пересылки или при её отмене.

ERRIF (5) — флаг прерывания по ошибке в канале.

TRNIF (4) — флаг прерывания по завершении транзакции. Вместе с его установкой может генерироваться запрос прерывания. Если режим повторения не включён, установка флага и завершение транзакции происходят по окончании пересылки блока. В режиме бесконечного повторения флаг устанавливается после каждой передачи блока. Этот флаг не снимается автоматически с началом обработки прерывания. Его нужно снимать принудительно записью единицы в этот разряд.

ERRINTLVL[1:0] (3, 2) — приоритет прерывания по ошибке в канале: 00 — прерывание запрещено; 01 — низкий приоритет; 10 — средний приоритет; 11— высокий приоритет.

TRNINTLVL[1:0] (1, 0) — приоритет прерывания по завершению транзакции. Устанавливается так же, как в разрядах ERRINTLVL[1:0].

Регистр **ADDRCTRL** — управление адресом.

SRCRELOAD[1:0] (7, 6) — устанавливают момент перезагрузки регистра адреса источника информации начальным значением: 00 — нет перезагрузки; 01 — перезагрузка в конце передачи блока; 10 — перезагрузка в конце передачи пакета; 11 — перезагрузка по окончании транзакции. Значение в этих разрядах не может быть изменено, если канал занят.

SRCDIR[1:0] (5, 4) — задают режим изменения адреса источника информации: 00 — адрес не изменяется; 01 — адрес увеличивается на единицу после пересылки каждого байта; 10 — адрес уменьшается на единицу после пересылки каждого байта; 11 — зарезервировано. Значение в этих разрядах не может быть изменено, если канал занят.

DESTRELOAD[1:0] (3, 2) — аналогичны SRCRELOAD[1:0], но для приёмника информации:

DESTDIR[1:0] (1, 0) — аналогичны SRCDIR[1:0], но для источника информации.

Регистр **TRIGSRC** — выбор источника запуска канала.

TRIGSRC[7:0] (7—0) — задают модуль или устройство ввода—вывода микроконтроллера, который будет формировать сигнал запуска передачи информации по каналу. Значение, которое необходимо загрузить в этот регистр, вычисляется как сумма базового значения, полученного из **табл. 1**, и смещения, полученного из **табл. 2—табл. 5**.

Таблица 1

Источник запуска	База
Разряд TRFREQ регистра CTRLA	000H
Система событий	001H
АЦП А	010H
ЦАП А	015H
АЦП В	020H
ЦАП В	025H
Таймер-счётчик C0	040H
Таймер-счетчик C1	046H
SPI порта C	04AH
USART C0	04BH
USART C1	04EH
Таймер-счётчик D0	060H
Таймер-счетчик D1	066H
SPI порта D	06AH
USART D0	06BH
USART D1	06EH
Таймер-счетчик E0	080H
Таймер-счетчик E1	086H
SPI порта E	08AH
USART E0	08BH
USART E1	08EH
Таймер-счетчик F0	0A0H
Таймер-счетчик F1	0A6H
SPI порта F	0AAH
USART F0	0ABH
USART F1	0AEH

Таблица 2

Канал		Смещение
АЦП	ЦАП	
0	0	+0
1	1	+1
2	Нет	+2
3	Нет	+3
0—3	Нет	+4

Таблица 3

Состояние таймера-счётчика	Смещение
Переполнение или вычитание из нуля	+0
Ошибка	+1
Захват или сравнение в канале A	+2
Захват или сравнение в канале B	+3
Захват или сравнение в канале C*)	+4
Захват или сравнение в канале D*)	+5

*) Только в таймере-счетчике 0.

Таблица 4

Состояние USART	Смещение
Приём завершен	+0
Регистр данных пуст	+1

Таблица 5

Событие	Смещение
0	+0
1	+1
2	+2

Пример. Необходимо запустить ПДП от канала 2 АЦП B. Из табл. 1 находим базовое значение кода запуска от АЦП B, равное 020H, а из табл. 2 — смещение для канала 2 АЦП, равное +2. Итак, TRIGSRC=20H+2=22H.

Регистр **REPCNT** — счётчик повторений передачи блока.

REPCNT[7:0] (7—0) — оставшееся число повторений передачи блока, его начальное значение необходимо записать в этот регистр до разрешения повторений разрядом REPEAT регистра CTRLA. По завершении каждой передачи блока содержимое счётчика уменьшается на единицу. По достижении нулевого значения транзакция считается законченной. Разрешение повторений при нулевом значении в регистре REPCNT приводит к бесконечному повторению передачи.

Регистры **SRCADDR0, SRCADDR1, SRCADDR2** — адрес источника информации (соответственно его младший, средний и старший байты). Перед началом передачи в них заносится 24-разрядный адрес первой ячейки области памяти, из которой будет передаваться информация. В процессе передачи блока содержимое этих регистров изменяется, как задано разрядами SRCRELOAD и SDRCDIR регистра ADDRCTRL.

Регистры **DESTADDR0, DESTADDR1, DESTADDR2** — адрес приёмника информации. Устроены и функционируют аналогично регистрам SRCADDR0—SCRADDR2, но характер изменения их содержимого устанавливают разряды DESTRELOAD и DERTDIR регистра ADDRCTRL.

Практическое использование ПДП

Рассмотрим практическое использование ПДП на примере программы микроконтроллера цифрового осциллографа. В ходе приёма информации от АЦП и её отображения на ЖКИ циклически выполняются следующие действия:

— приём от внутреннего АЦП с периодом 0,5 мкс оцифрованных отсчётов исследуемого сигнала и запись их в буферную область ОЗУ объёмом 7200 байт;

— вывод на ЖКИ изображения масштабной сетки объёмом 3048 байт;

— отображение на ЖКИ осциллограммы (выборки объёмом 240 байт из буферной области ОЗУ).

Естественно, перед началом цикла настраиваются (конфигурируются) все модули микроконтроллера, участвующие в выполнении программы.

Алгоритм работы программы без ПДП мог бы иметь вид, показанный на **рис. 2**. Рассматривая происходящие в ней процессы пересылки информации между различными областями памяти, нужно учитывать следующее:

— регистры АЦП отображаются в область памяти ввода—вывода;

— электронная масштабная сетка представляет собой массив байтов, подготовленный заранее и хранящийся в программной (FLASH) памяти микроконтроллера. В ходе вывода на индикатор он затирает осциллограмму, выведенную на него в предыдущем цикле;

— индикатор подключён к микроконтроллеру через интерфейс внешней памяти данных, его регистры находятся в адресном пространстве этой области.

Применительно к структуре памяти микроконтроллера в каждом цикле работы программы необходимо, во-первых, 7200 байт пересылать из памяти ввода—вывода в ОЗУ, во-вторых, 3048 байт — из программной памяти во внешнюю память данных, в-третьих, 240 байт — из ОЗУ во внешнюю память данных.

Вторую из этих пересылок выполнить с помощью ПДП невозможно, так как контроллер ПДП не имеет доступа к программной памяти. На третьем этапе использовать ПДП технически возможно, но очень сложно, так как подлежащие пересылке байты не расположены в ОЗУ последовательно и предварительно подвергаются ряду преобразований, которые может выполнить только процессор.

А вот на первом этапе никаких препятствий использованию ПДП нет. Процессор, соответствующим образом настроив контроллер ПДП перед началом цикла, должен в теле цикла лишь давать этому контроллеру разрешение начать транзакцию. Пока она происходит, контроллер может выполнять другую работу, например, выводить на индикатор масштабную сетку. Эти операции будут выполняться одновременно и совершенно бесконфликтно. В результате может быть достигнута существенная экономия времени.

К выполнению третьего этапа — отображению на индикаторе информации из буфера в ОЗУ — можно приступать только после заполнения буфера. Если ПДП не используется, это условие легко соблюдается автоматически, так как процессор обычно выполняет участки программы в строгой последовательности. ПДП, работая параллельно с процессором, изменяет ситуацию. При этом очевидно, что процессор перешлёт 3048 байт масштабной сетки быстрее, чем канал ПДП заполнит буфер ОЗУ объёмом 7200 байт, да ещё с задержками на 0,5 мкс между байтами. Поэтому, прежде чем начинать построение осциллограммы на ЖКИ, процессор должен убедиться в окончании транзакции ПДП.

Сделать это можно, проанализировав значения разрядов одного из регистров CTRLA или CTRLB либо регистра INTFLAGS. В разряд ENABLE регистра CTRLA программно записывают единицу, разрешая начать транзакцию. По её завершении в этом разряде автоматически появляется нулевое значение. В разряде TRNIF регистра CTRLB флаг окончания транзакции автоматически устанавливается по её завершении. В регистре INTFLAGS имеются флаги CH3TRNFIF—CH0TRNFIF, обозначающие окончание транзакций соответственно в каналах ПДП с третьего по нулевой.

Состояние какого регистра анализировать для фиксации момента окончания транзакции — дело вкуса программиста. Следует, однако, иметь в виду, что автоматически установленный в регистре CTRLB флаг после его анализа необходимо снимать принудительно. То же самое относится к флагам в регистре INTFLAGS. Во фрагментах программы на языке BASCOM AVR, рассмотренных в статье далее, анализируется состояние флага в регистре INTFLAGS.

Блок-схема алгоритма работы программы микроконтроллера, использующей ПДП, показана на **рис. 3**. Оциф-

Инициализация модулей микроконтроллера

Прием 7200 отсчетов из регистра АЦП во внутреннее ОЗУ

Вывод 3048 байт масштабной сетки из FLASH-памяти во внешнюю память (на ЖКИ)

Вывод 240 байт осциллограммы из ОЗУ во внешнюю память (на ЖКИ)

Рис. 2

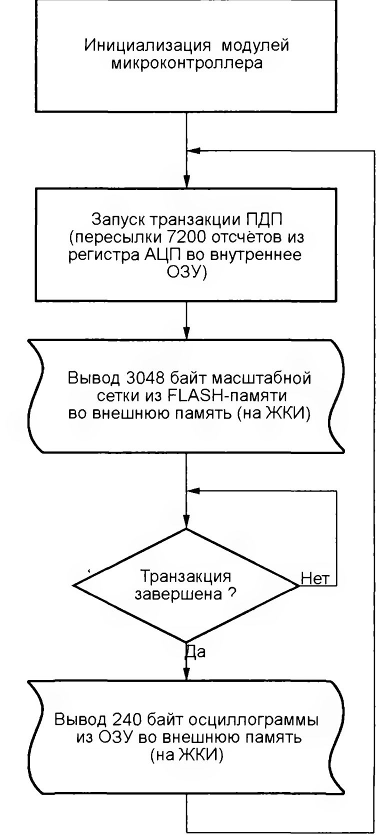


Рис. 3

ровку исследуемого сигнала выполняет нулевой канал АЦП А, работающий в восьмиразрядном непрерывном режиме. Буферная область ОЗУ начинается с адреса 3000H и имеет объём 7200 байт. Для пересылки в неё результатов работы АЦП используется нулевой канал ПДП.

Перед основным циклом программа настраивает модули микроконтроллера, участвующих в выполнении программы — систему синхронизации, АЦП А, контроллер ПДП и др. При настройке АЦП А ему назначается генерация запроса прерывания по готовности результата преобразования.

Далее остановимся на действиях, связанных с организацией ПДП. Настройку контроллера ПДП выполняют две директивы. Первая из них настраивает общеканальную часть контроллера:

```
Config Dma=Enabled,Doublebuf=◊
Disabled,Cpm=Ch0rr123
```

Здесь и далее знак ◊ в конце строки означает, что она продолжается в следующей. В компьютер их следует вводить одной строкой без этого знака. Директива разрешает работу контроллера ПДП, запрещает двойную буферизацию (в ней нет необходимости, так как предполагается использовать только один канал ПДП) и задаёт наивысший приоритет каналу 0.

Следующая директива настраивает используемый канал 0 ПДП. В соответствии с поставленной задачей ему задаются пакетный режим передачи с длиной пакета 1 байт и без повторения блоков, постоянный адрес источника — регистра младшего байта результата АЦП А, начальный адрес приёмника информации &H3000 — адрес начальной ячейки буфера в ОЗУ — с инкрементированием после передачи каждого байта и перезагрузкой начального значения по окончании транзакции. Последнее подготавливает канал к следующей транзакции. Объём транзакции — 7200 байт, источник запуска — нулевой канал АЦП А.

Рассматриваемая директива имеет вид Config Dmach0=.... Далее следует длинный список параметров, которые задают значения, загружаемые в регистры канала 0, рассмотренные выше. Получить подробную информацию об этой директиве можно в раздел "Help" среды BASCOM AVR. Кратко отметим лишь, что начальные адреса источника и приёмника информации нельзя указывать константами. Они должны загружаться из переменных. Если один из этих адресов лежит в области памяти ввода—вывода, т. е. представляет собой адрес программно доступного регистра, то его можно задать с помощью встроенной в BASCOM AVR функции Varptr(Имя_Регистра). Она возвращает адрес регистра, носящего указанное в качестве параметра имя. Это весьма удобно, так как помнить имена регистров значительно легче, чем их адреса. При этом использовать промежуточную переменную для хранения полученного адреса нет необходимости.

Учитывая изложенное, вторая директива конфигурирования канала 0 ПДП имеет вид

```
Adr=&H3000
Config Dmach0=Disabled,Burstlen=1,◊
Chanrpt=Disabled,Tci=Lo,Eil=Lo,◊
Singleshot=Enabled,Sar=None,◊
Sam=Fixed,Dar=Transaction,Dam=Inc,◊
Trigger=&H10,Btc=7200,Repeat=1,◊
Sad=Varptr(adca_ch0_resl),Dadr=Adr
```

Перед ней в переменную Adr занесено значение начального адреса приёмника информации (буфера в ОЗУ), из которой оно перегружается в тело директивы. Начальный адрес источника информации (регистра младшего байта результата работы нулевого канала АЦП А adca_ch0_resl) указан с помощью функции Varptr.

В приведённом виде директива не разрешает работу канала. Если сразу разрешить его работу (Config Dmach0= Enabled....), то транзакция может начаться немедленно после исполнения этой директивы и получения от АЦП А первого сигнала готовности результата. Это может случиться до входа в основной цикл программы, когда ещё не завершена вся необходимая настройка. Поэтому разрешать работу канала ПДП следует позже, в начале основного цикла программы.

В качестве альтернативного способа конфигурирования контроллера ПДП (как и любого другого модуля микроконтроллера) можно пользоваться записью необходимых кодов непосредственно в его регистры. Этот приём удобен при частичном реконфигурировании модуля. Например, чтобы изменить только источник запуска канала ПДП, проще загрузить новое значение в регистр TRIGSRC, чем переписывать всю директиву конфигурирования.

Согласно блок-схеме алгоритма (рис. 3), первым действием в цикле должно быть разрешение работы канала ПДП. Это выполняется записью единицы в разряд ENABLE регистра CTRLA канала командой

```
Set Dma_ch0_ctrla.7
```

После неё канал ПДП начинает заполнять буфер в ОЗУ. На фоне этой транзакции процессор выводит на экран масштабную сетку, побайтно считывая её из командной памяти

```
Restore Setka
For I = 1 To 3048
Read Dispdata
Gosub Eram_Data_w
Next
```

Здесь Setka — метка начала массива байтов изображения координатной сетки во FLASH-памяти; Eram_Data_w — имя подпрограммы, выводящей байты на индикатор.

После вывода масштабной сетки на индикатор процессор проверяет, завершена ли транзакция каналом ПДП (то есть заполнен ли буфер). Если нет, он ждёт её завершения. Признаком завершения транзакции служит флаг CH0TRNFIF в регистре INTFLAGS:

```
Bitwait Dma_intflags.0,Set
```

По завершении транзакции этот флаг следует снять:

```
Set Dma_intflags.0
```

Теперь можно приступать к отображению осциллограммы. Для упрощения условимся, что будем отображать первые 240 байт буфера ОЗУ:

```
Addr=&H3000
Step=5
For I=0 to 239
Dispdata=inp(Addr)
Gosub Eram_osc
Addr=Addr+Step
Next
```

Здесь Eram_osc — имя подпрограммы, осуществляющей необходимые преобразования считанных из буфера данных и их отображение.

Микроконтроллеры ATxmega и система программирования BASCOM AVR

Разработчики системы программирования BASCOM AVR заявляют, что полноценную работу с микроконтроллерами ATxmega эта система обеспечивает, начиная с версии 2.0.7.5. Более ранние версии, начиная с 2.0.5.0, предоставляют лишь ограниченные возможности такой работы. Данных о возможности разработки программ для ATxmega с помощью ещё более ранних версий BASCOM AVR у автора нет.

Как определить, пригодна ли имеющаяся версия для ATxmega? Лучше всего, конечно, поискать нужную информацию на **http://mcselec.com/** — сайте разработчика BASCOM AVR. Если нужной информации там не нашлось, запустите BASCOM AVR. В его главном окне откройте пункт меню "Options—Compiler—Chip". В поле "Chip" открывшегося окна разверните выпадающий список файлов с необходимой компилятору информацией о микроконтроллерах и поищите в нём файлы, имена которых начинаются с "xm" (например, файл xm128a3def.dat описывает микроконтроллер ATxmega128A3). Если файл, относящийся к нужному микроконтроллеру, имеется — всё в порядке. В противном случае версию системы BASCOM AVR следует обновить.

И последнее. В версиях BASCOM AVR ниже 2.0.7.5 в начальной части исходного текста программы после директив, описывающих тип микроконтроллера, задающих его тактовую частоту и размер стека, обязательно должны находиться следующие директивы:

```
$lib "xmega.lib"
$external _xmegafix_clear
$external _xmegafix_rol_r1014
```

Именно они обеспечивают корректную работу системы программирования с микроконтроллерами семейства ATxmega.

ЛИТЕРАТУРА

1. 8/16-bit Atmel XMEGA A3U Microcontroller. — URL: **http://www.atmel.com/images/atmel-8386-8-and-16-bit-avr-microcontroller-atxmega64a3u-128a3u-192a3u-256a3u_datasheet.pdf** (13.08.14).

2. 8-bit Atmel XMEGA A Microcontroller. XMEGA A MANUAL. — URL: **http://www.atmel.com/Images/doc8077.pdf** (13.08.14).

Малогабаритный блок питания 9В/0,6А

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Надпись на безымянном сетевом адаптере означала, что он обеспечивает нестабилизированное выходное напряжение 9 В при токе нагрузки 850 мА, т. е. отдаёт в нагрузку мощность 7,65 Вт. После разборки в устройстве были обнаружены выпрямительный мост и небрежно собранный понижающий сетевой трансформатор с габаритной мощностью не более 3 В·А. Осмотр показал, что каркас его катушки частично расплавился. Используя корпус устройства, было решено собрать в нём блок питания со значительно лучшими характеристиками.

Кроме того, в отличие от трёхвыводных стабилизаторов, микросхемы серии PQxxRx11 имеют четвёртый вывод, позволяющий включать и выключать выходное напряжение внешним сигналом. В описываемом блоке питания вывод управления используется для блокировки работы стабилизатора при снижении напряжения на конденсаторе фильтра C5 ниже 9 В. Включается стабилизатор при напряжении на конденсаторе более 9,6 В. Конденсатор C7 обеспечивает задержку включения на время около одной секунды. Таким образом, блок питания имеет три вида защиты от перегрузки. Первый — встроенную в DA1 быструю триггерную защиту, срабатывающую при токе нагрузки более 1,3 А (ток короткого замыкания и удержания около 0,8 А). Второй — медленную защиту самовосстанавливающимся предохранителем FU1 (он важен, прежде всего, для защиты понижающего трансформатора от перегрузки при неисправностях элементов выпрямителя и стабилизатора напряжения, а также как термозащита от перегрева БП). Наконец, третий — узел на резисторах R2—R4 и конденсаторе C7. При перегрузке устройства напряжение на выводах C5 понижается, что приводит к отключению стабилизатора и попытке его повторного включения через 0,3...1 с. Светодиод HL1 светит при наличии выходного напряжения.

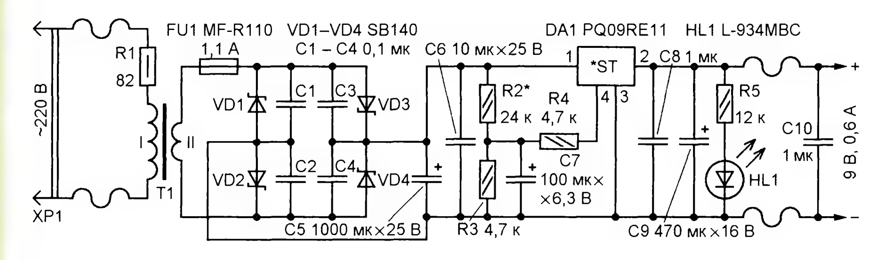


Рис. 1

Схема нового блока питания показана на **рис. 1**. Напряжение сети переменного тока поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1 через защитный резистор R1. С вторичной обмотки переменное напряжение около 12 В через полимерный самовосстанавливающийся предохранитель FU1 поступает на мостовой выпрямитель, выполненный на диодах Шотки VD1—VD4.

Стабилизатор напряжения выполнен на микросхеме PQ09RE11, представляющей собой линейный интегральный стабилизатор напряжения положительной полярности с выходным напряжением 9 В при токе нагрузки до 1 А. Максимальное входное напряжение микросхемы — 35 В, максимальная рассеиваемая мощность — 15 Вт. В отличие от обычных стабилизаторов, например, серий 7809, КР142ЕН, стабилизаторы серии PQxxRx11 имеют малое минимальное напряжение между входом и выходом, которое при токе нагрузки 1 А не превышает 0,5 В. Обычные интегральные линейные стабилизаторы напряжения требуют, чтобы входное напряжение было как минимум на 2...3 В больше выходного. Малое падение напряжения на стабилизаторе позволяет заметно повысить экономичность устройства, поскольку можно применить понижающий трансформатор с меньшим напряжением на вторичной обмотке.



Рис. 2

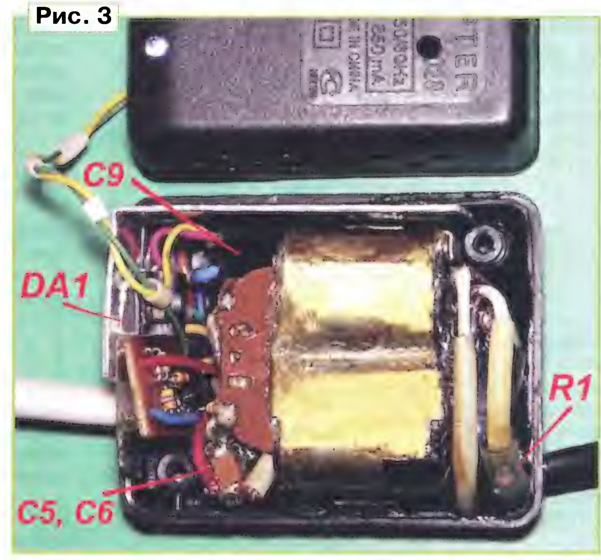


Рис. 3

Корпус блока питания размерами 65×50×37 мм выполнен изготовителем в виде сетевой вилки. Поскольку масса нового блока возросла до 300 г, включать его непосредственно в сетевую розетку было признано нецелесообразным, поэтому контактные штыри были удалены, а для подключения к сети 220 В использован гибкий провод с вилкой на конце.

В качестве понижающего в описываемом блоке можно использовать унифицированный трансформатор ТП112-5. Автор применил переделанный трансформатор Т10-220-50 В от отечественного бухгалтерского микрокалькулятора. Перед разборкой трансформатора части его магнитопровода маркируют, а разобрав, очищают стыкуемые поверхности от клея. Обе вторичные обмотки удаляют, новую (150 витков провода ПЭВ-2 0,43) наматывают плотно, виток к витку. Части магнитопровода склеивают в том же порядке клеем БФ-2, собранный трансформатор зажимают через толстые бумажные прокладки в тиски, где он должен находиться не менее суток. После этого первичную обмотку подключают к сети, а вторичную нагружают лампой накаливания на 12 В, 0,5 А и оставляют в таком состоянии ещё на сутки. Ток холостого хода переделанного трансформатора — 18 мА при напряжении сети 230 В (для сравнения: этот параметр забракованного трансформатора адаптера был равен 30 мА).

Поскольку бо́льшая часть места в корпусе оказалась занятой трансформатором, остальным деталям пришлось потесниться. Полимерный самовосстанавливающийся предохранитель MF-R110 (возможная замена — MF-R090, MF-R090-0-9, LP30-090, LP30-110) закреплён на бумажном каркасе трансформатора. Резистор R1 (невозгораемый или разрывной) помещён в изоляционную силиконовую трубку, расположенную рядом с вводом сетевого шнура в корпус. Остальные резисторы — любые малогабаритные. Диоды VD1—VD4 и конденсаторы C1—C4 спаяны в соответствии со схемой и приклеены к корпусу клеем "Квинтол" в свободном месте под бумажным каркасом трансформатора. Этим же клеем закреплены в корпусе и оксидные импортные конденсаторы

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18
РАДИО № 1, 2015

С5 и С9. Многослойный керамический конденсатор С6 (для поверхностного монтажа, с номинальным напряжением не ниже 25 В) припаян к выводам конденсатора С5, а С8 и С10 (также для поверхностного монтажа) — непосредственно к выводам 2 и 3 микросхемы DA1 (первый) и контактам штекера питания (второй). Остальные неполярные конденсаторы — керамические малогабаритные. Резисторы R2—R5 и конденсатор С7 установлены на монтажной плате размерами 24×15 мм (**рис. 2**), а микросхема DA1 — на пластинчатом дюралюминиевом теплоотводе размерами 87×31×1 мм. Возможная замена микросхемы PQ09RE11 — PQ09RF11, PQ09RD11, выпрямительных диодов SB140 — SB150, SB160, 1N5819, MBRS140T3. Светодиод L-934MBC синего цвета свечения (диаметр линзы 3 мм) заменим RL30-CB744D или аналогичным.

Для подключения нагрузки применён гибкий шнур длиной около 1200 мм. Сечение по меди каждой жилы должно быть не менее 0,5 мм^2 (не доверяйте нанесённой на проводе маркировке, случается, что она не соответствует фактическому сечению жил!). Вид на монтаж деталей в корпусе устройства показан на **рис. 3**. Для лучшего охлаждения в его стенках просверлены 36 вентиляционных отверстий диаметром 3,3 мм.

Безошибочно изготовленное из исправных деталей устройство начинает работать сразу. При необходимости подбором резистора R2 можно установить другой порог напряжения включения/выключения стабилизатора DA1. Если для нового блока применён корпус больших размеров, ёмкость фильтрующего конденсатора С5 целесообразно увеличить до 3300—4700 мкФ. При использовании понижающего трансформатора с большей габаритной мощностью и вторичной обмоткой с большим напряжением (например, ТП114-5, ТП114-7) микросхему DA1 устанавливают на теплоотвод больших размеров.

Бегущая строка с вводом текста по Bluetooth

В. ЮШИН, г. Электросталь Московской обл.

В устройство, описание которого было опубликовано в статье "Бегущая строка с вводом текста с помощью компьютерной клавиатуры" ("Радио", 2014, № 8, с. 28—31), внесено усовершенствование. Теперь отображаемый бегущей строкой текст можно вводить с помощью любого смартфона с операционной системой Android, оснащённого интерфейсом Bluetooth. Устройство бегущей строки остаётся прежним, но для приёма передаваемой по Bluetooth информации необходимо изготовить дополнительный адаптер.

Схема адаптера представлена на **рис. 1**. Его основой служит Bluetooth-модуль HC-05 (A1), который питается через интегральный стабилизатор DA1

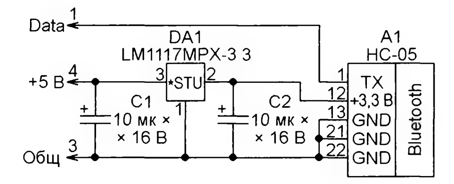


Рис. 1

необходимым ему напряжением 3,3 В. Изготовленный адаптер присоединяют к "Бегущей строке" вместо разъёма XS1, к которому раньше подключалась компьютерная клавиатура с интерфейсом PS/2. На рис. 1 указаны имена цепей и номера контактов этого разъёма, используемых для подключения.

На **рис. 2** представлены чертёж печатных проводников платы адаптера и эскиз размещения элементов на ней. Плату устанавливают внутри корпуса "бегущей строки". Кроме того, в "бегущей строке" микроконтроллер PIC16F628A заменяют на PIC16F648A, что позволяет увеличить допустимое число символов в отображаемом строкой тексте. Программа из файла Run_row_648_bluetooth_v3.hex должна быть загружена в этот микроконтроллер до его установки в устройство. Замена микроконтроллера позволила также предусмотреть в новом варианте программы возможность ввода и отображения не только русских, но и латинских букв, но только заглавных.

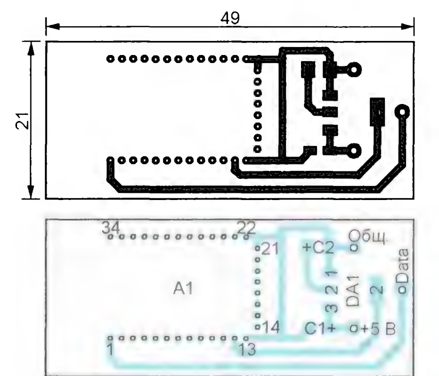


Рис. 2

Вводят текст в память "бегущей строки" с помощью программы передачи текста через Bluetooth, установленной на смартфоне. Были проверены программы "S2 Terminal for Bluetooth" — URL: **http://www.appbrain.com/app/s2-terminal-for-bluetooth-free/jp.side2.apps.btterm** (21.09.14) и "Bluetooth Terminal" — URL: **https://play.google.com/store/apps/details?id=Qwerty.BluetoothTerminal&hl=ru** (21.09.14).

Для начала работы включите Bluetooth на своём смартфоне. Среди обнаруженных Bluetooth-устройств найдите HC-05 и установите с ним контакт, введя код 1234. Запустите одну из упомянутых выше программ. Установите связь с HC-05. После удачного соединения начнётся отображение бегущего текста (первый раз это будет "123").

Перед тем как набирать текст или подавать команды, необходимо передать один символ #. Экран "бегущей строки" погаснет. Наберите команду ERASE=0#. Она сотрёт всё содержимое памяти. По строке "побежит" одиночное тире. Снова передайте символ #, а затем набирайте текст и передавайте его пакетами длиной не более 62 символов. При большем их числе будут приняты только 62 первых символа пакета. Каждый следующий пакет добавляется в конец предыдущего, так что позаботьтесь о пробелах между пакетами, если они необходимы. В конце текста (его максимальная длина — 253 символа) снова передайте символ #. Набранный текст "побежит" по экрану.

Для стирания нескольких последних символов служит команда ERASE=X#, где X — число стираемых символов (от 1 до 99). Команда SPEED=X#, где X может иметь значения от 1 до 9 (чем меньше, тем быстрее), управляет скоростью "бега" строки. Начальная скорость после включения питания соответствует X, равному 1.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/01/run_row_648_bluetooth_v3.zip** на нашем FTP-сервере.*

тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2015

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Антенный адаптер для повышения эффективности функционирования беспроводных сетей

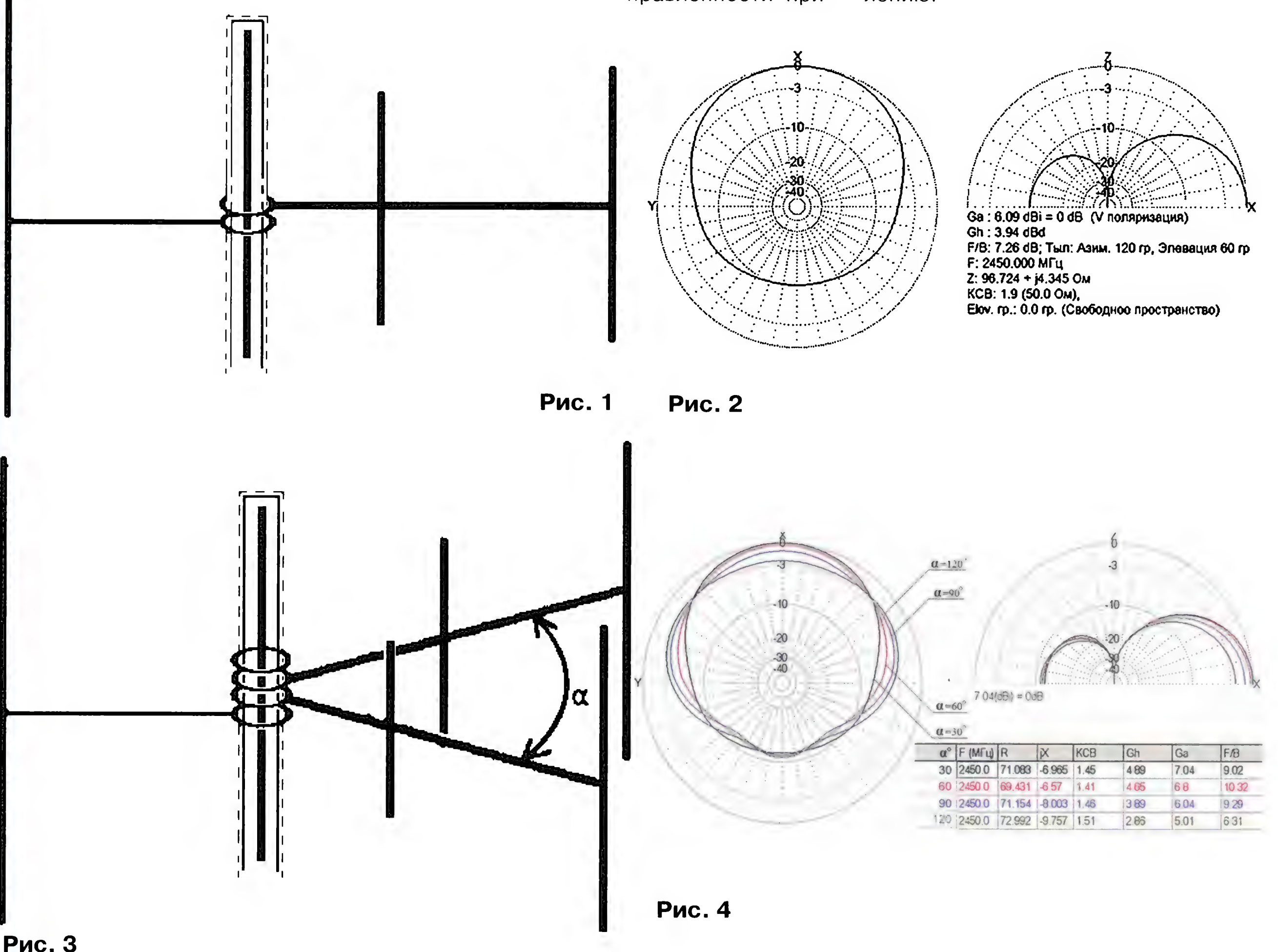
Н. КАЛИТЁНКОВ, В. ЛЕБЕДЕВ, В. МИЛКИН, А. ШУЛЬЖЕНКО, г. Мурманск

Беспроводные технологии зачастую используют для обеспечения повышенного комфорта для пользователей или там, где установка проводных сетей затруднена, невозможна, экономически невыгодна. Устройства беспроводных технологий передачи и приёма информации — направление развития телекоммуникаций, на которое сегодня делается акцент. Это подтверждается появлением множества технических решений, обеспечивающих работу беспроводных систем связи — как отдельных элементов и средств, так и сетей в целом. В наиболее сложных местах их развёртывания связь устройств по радиоканалу зачастую затруднена, поэтому требуются дополнительные меры для обеспечения нормальной работы сети. В местах интенсивного радиоизлучения необходима и защита пользователей от чрезмерного воздействия электромагнитного поля. При работе беспроводных сетей внутри помещений значительную часть энергии сигналов поглощают и переотражают стены. Особенно сильное поглощение и деформация электромагнитного поля происходят в железобетонных зданиях.

В системе функционирования таких сетей важнейшим направлением является обеспечение электромагнитной доступности в любой точке. Решением одной из множества задач этого направления может явиться формирование диаграмм направленности приёмных и передающих антенн применительно к конкретным условиям их размещения и распространения электромагнитных волн.

Одно из возможных решений этой проблемы простыми средствами описано в статье [1]. В ней предложена насадка из подручных материалов на одиночный активный вибратор — стандартную антенну Wi-Fi точки доступа, — превращающая её в многоэлементную антенну Уда-Яги. Это обеспечило возможность сконцентрировать сигнал в нужном направлении. Идя по этому пути, можно создавать самодельные антенны со свойствами, соизмеримыми с параметрами фирменных дорогостоящих образцов.

Однако необходимо заметить, что несколько ранее был выдан патент на полезную модель [2], в котором описана подобная конструкция. В основу запатентованного решения также заложена идея дополнения одиночного активного вибратора несколькими пассивными, что даёт возможность управлять диаграммой направленности. Согласно патенту, рефлектор и директоры размещены на отдельных траверсах с креплением на активном вибраторе с помощью обжимных колец. Это обеспечивает возможность их раздельной установки под различными углами к генеральному направлению.



α°	F (МГц)	R	jX	КСВ	Gh	Ga	F/B
30	2450.0	71.083	-6.965	1.45	4.89	7.04	9.02
60	2450.0	69.431	-6.57	1.41	4.65	6.8	10.32
90	2450.0	71.154	-8.003	1.46	3.89	6.04	9.29
120	2450.0	72.992	-9.757	1.51	2.86	5.01	6.31

Рис. 1 **Рис. 2**

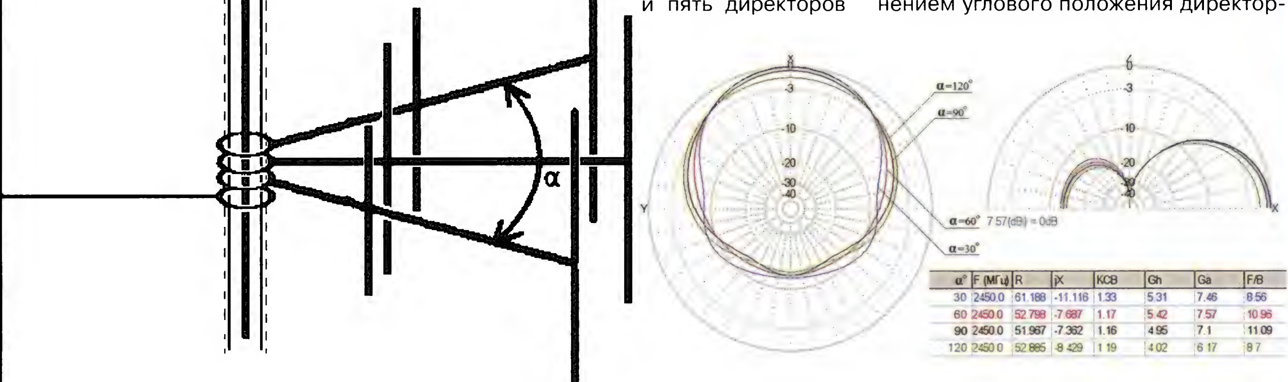
Рис. 3 **Рис. 4**

На **рис. 1** показан эскиз конструкции антенны, подобной предложенной в [1], но с сокращённым числом пассивных вибраторов. Её основные параметры и диаграмма направленности представлены на **рис. 2**. При креплении на активном вибраторе двух директорных структур, как показано на **рис. 3**, в зависимости от угла α между ними диаграмма направленности и основные параметры будут изменяться, как показано на **рис. 4**. На **рис. 5** изображена антенна, в которой число директорных структур доведено до трёх при осевом размещении центральной директорной структуры. Её диаграмма направленности и основные параметры приведены на **рис. 6**.

Техническое решение, защищённое патентом на полезную модель [3], представляет собой антенный адаптер-трансформер, доступный для самостоятельного изготовления радиолюбителями как для себя, так и для знакомых. Он содержит систему пассивных вибраторов: рефлектор длиной 66 мм и пять директоров длиной 55 мм с устройством крепления на ненаправленную антенну-диполь длиной 61 мм.

Устройство крепления выполнено в виде диэлектрической трубчатой насадки, охватывающей активный вибратор, с радиально отходящими от неё диэлектрическими пластинами для размещения пассивных вибраторов. При этом угол между двумя идентичными диэлектрическими пластинами можно изменять от почти нулевого до максимального.

В местах расположения директоров пластины соединены узлами перегиба. Это позволяет одновременно с изменением углового положения директор-



α°	F (МГц)	R	jX	КСВ	Gh	Ga	F/B
30	2450.0	61.188	-11.116	1.33	5.31	7.46	8.56
60	2450.0	52.798	-7.687	1.17	5.42	7.57	10.96
90	2450.0	51.967	-7.362	1.16	4.95	7.1	11.09
120	2450.0	52.865	-8.429	1.19	4.02	6.17	8.7

Рис. 5

Рис. 6

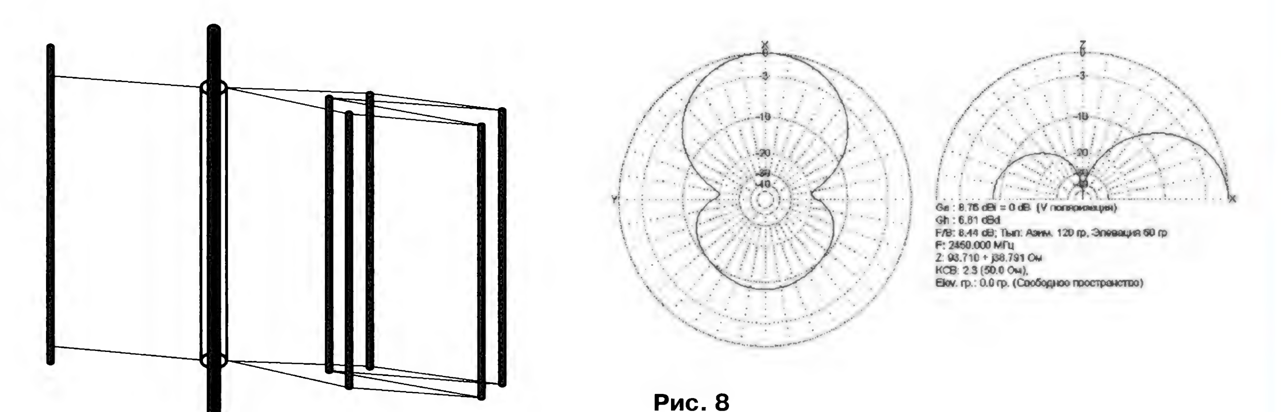


Рис. 7

Рис. 8

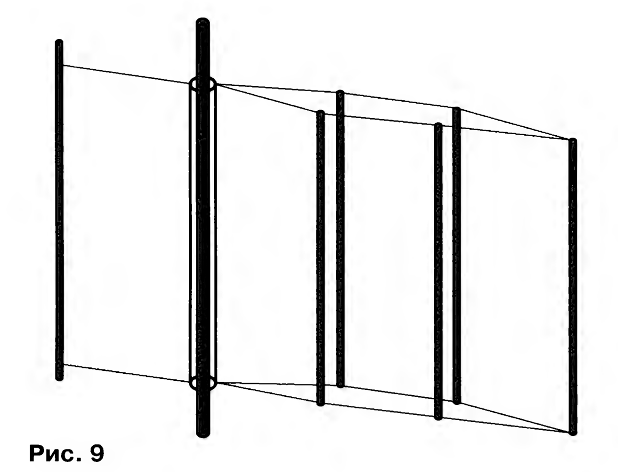
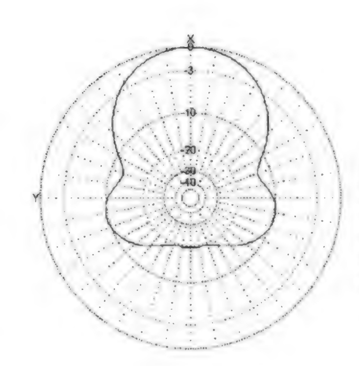


Рис. 9



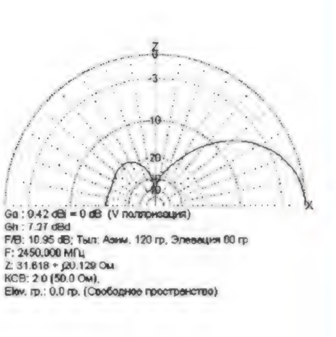


Рис. 10

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2015

Рис. 11

Рис. 12

Рис. 13

ных структур изменять расстояние между центральным директором (находящимся в направлении максимального излучения) и активным вибратором.

На **рис. 7** антенна с адаптером изображена в положении, когда расстояние между активным вибратором и центральным директором минимально (диаграмма направленности на **рис. 8**). На **рис. 9** (диаграмма на **рис. 10**) это расстояние максимально. Если директорные структуры разведены на максимальный угол (**рис. 11**), диаграмма направленности приобретает вид, показанный на **рис. 12**.

Простота реализации одного из возможных способов изготовления такого адаптера заключается в том, что насадку выкраивают из плотной бумаги. Подойдёт, например, ватман. Вариант выкройки приведён на **рис. 13**. В отмеченных штриховыми линиями местах в заготовке делают перегибы и липкой лентой крепят директоры из медной проволоки диаметром 0,5 мм. Участки А склеивают вместе, а на их торце липкой лентой фиксируют рефлектор из такой же проволоки. Из участков Б, ограниченных штрихпунктирными линиями, формируют трубку, надеваемую на активный рефлектор. Длина этих участков S должна соответствовать половине длины окружности активного вибратора. Для более прочного крепления можно туго надеть на активный вибратор специально изготовленную бумажную трубку, а уже к ней приклеить участки Б держателя пассивных вибраторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гончаренко И.** Фокусирующая насадка на Wi-Fi антенну роутера. — Радио, 2013, № 2, с. 59.

2. **Милкин В., Калитёнков Н., Седых П., Мезенцева Н., Лупандин В.** Wi-fi антенный адаптер. Патент на полезную модель № 116277 от 20.05.2012. — URL: **http://bankpatentov.ru/node/207058** (01.08.14).

3. **Шульженко А., Лебедев В., Калитёнков Н., Милкин В.** Адаптер-трансформер с внешней антенной для 3g, 4g, lte, wi-fi. Патент на полезную модель № 135851 от 20.12.2013. — URL: **http://poleznayamodel.ru/model/13/135851.html** (01.08.14).

Часы с измерением метеопараметров и интерфейсом Ethernet

В. ГНИТИЁВ, г. Железногорск Красноярского края

В литературе часто встречаются описания микроконтроллерных устройств, использующих для связи с компьютером интерфейсы RS-232 и USB. Но они позволяют обмениваться информацией только с одним компьютером, причём на нём должно быть установлено специальное программное обеспечение. Описываемое в статье устройство использует для связи с внешним миром интерфейс Ethernet, что даёт возможность одновременного доступа к нему всех абонентов локальной сети, в том числе подключённых через Wi-Fi, независимо от используемых ими операционных систем. Управление часами производится через пользовательский Web-интерфейс.

Предлагаемое устройство представляет собой часы, дополненные измерителем температуры и атмосферного давления и имеющие возможность управлять тремя мощными исполнительными устройствами. Оно построено по модульному принципу и состоит из микроконтроллерного блока управления, светодиодного блока индикации, отображающего символы высотой около 110 мм, и сетевого импульсного блока питания.

Блок управления представляет собой микроконтроллерный вычислитель, на плате которого кроме микроконтроллера имеются микросхема часов реального времени и три оптоизолированных симисторных ключа для управления исполнительными устройствами. К вычислителю подключены два готовых модуля — цифровой датчик давления BMP180 [1] и Ethernet-контроллер на базе микросхемы ENC28J60 [2].

Схема вычислителя показана на **рис. 1**. Микроконтроллер ATmega32A-AU (DD2) связан с микросхемой часов реального времени DS1307ZN (DD1), датчиком атмосферного давления BMP180, подключённым к разъёму XP2, и датчиками температуры DS18B20, подключёнными к разъёму XP7. Кроме того, он опрашивает кнопки управления SB1—SB4 или дублирующие их кнопки выносного пульта управления, подключённые к разъёму XP3. Результат работы микроконтроллера — последовательный код управления блоком индикации, для подключения которого служат разъёмы XP8 и XP9. Микроконтроллер обменивается информацией с контроллером интерфейса Ethernet, подключённым к разъёму XP4.

Разъёмы XS1 и XP1 используются только во время отладки блока управления (соответственно для подачи питания и программирования микроконтроллера). При обычной работе блок управления питается напряжением +5 В,

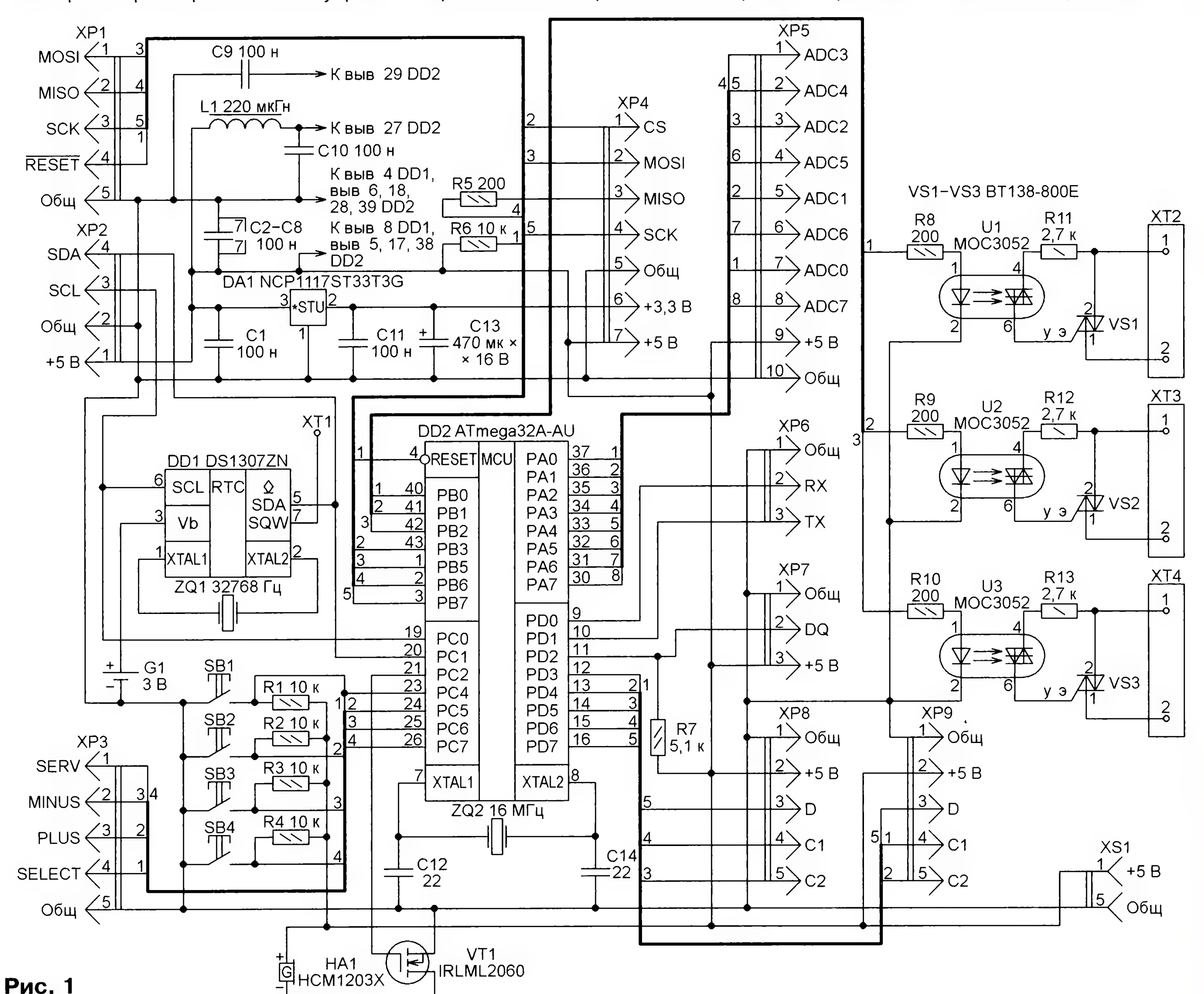


Рис. 1

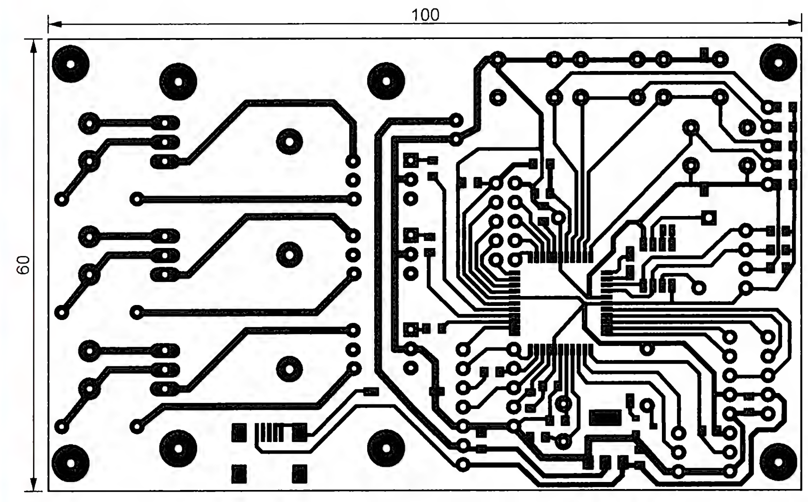
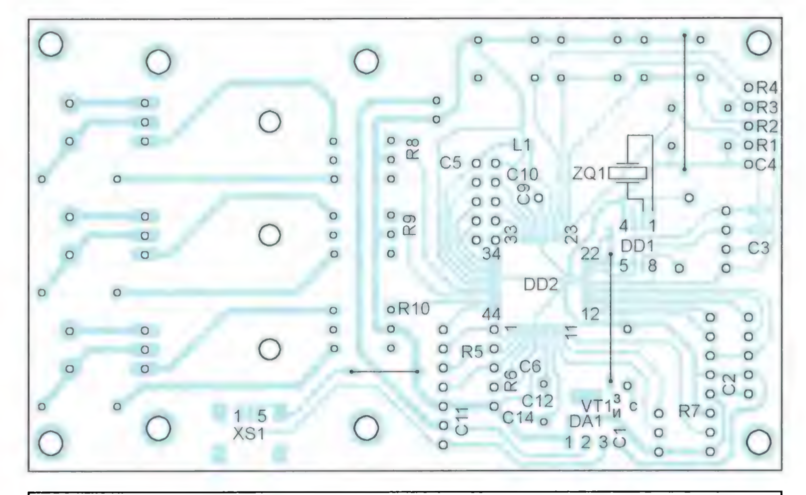


Рис. 2



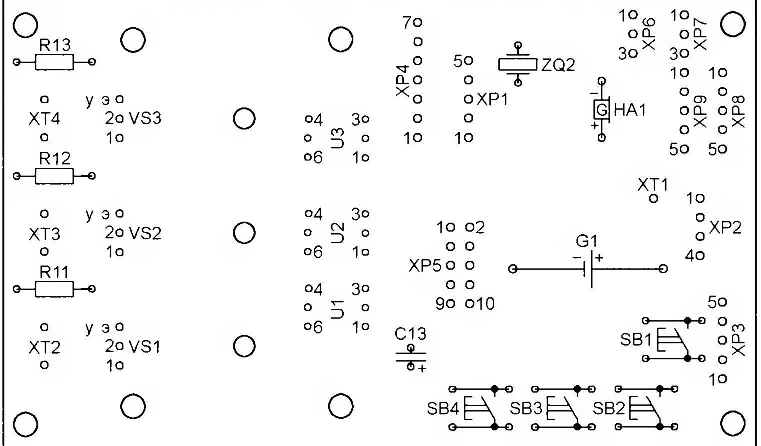


Рис. 3

поступающим от блока индикации на один из разъёмов XP8 или XP9. На разъём XP5 выведены входы АЦП, а на разъём XP6 — вход и выход модуля USART микроконтроллера. В рассматриваемом варианте устройства эти разъёмы не используются.

Связь по интерфейсу I²C с датчиком давления и часами реального времени и по интерфейсу SPI с Ethernet-контроллером организована с использованием встроенных в микроконтроллер периферийных модулей. Интерфейс 1-Wire для связи с датчиками температуры реализован программно, причём имеется возможность работать как с одним датчиком, так и с несколькими и выполнять их поиск.

Управление исполнительными устройствами производится с помощью симисторов VS1—VS3, гальванически развязанными от микроконтроллера оптронами U1—U3.

Все изменяемые параметры устройства хранятся в оперативной энергонезависимой памяти микросхемы часов реального времени.

Чертёж печатных проводников платы вычислителя изображён на **рис. 2**. Все они находятся с одной её стороны, но детали смонтированы с двух сторон согласно **рис. 3**. Со стороны печатных проводников имеются три перемычки из изолированного провода. Над платой вычислителя на стойках высотой 10 мм закреплён модуль Ethernet-контроллера, соединённый с разъёмом XP4 жгутом проводов (**рис. 4**). Модуль датчика давления напаян непосредственно на штыри разъёма XP2.

После сборки на блок управления подают питание через разъём XS1. К разъёму XP1 подключают программатор. Прежде всего, в микроконтроллер записывают слово конфигурации 0xD93F (интерфейс SPI включён, установлен порог детектора понижения напряжения питания 4 В, тактовый генератор работает с внешним кварцевым резонатором). Далее программу из файла BU_CLK120.hex загружают во FLASH-память микроконтроллера.

После выполнения процедуры программирования можно соединить Ethernet-разъём модуля ENC28J60-H с сетевым коммутатором. По IP-адресу 192.168.10.222 часы станут доступными для HTTP и ICMP запросов. Компьютер и часы должны быть в одной подсети. Необходимо проверить работоспособность сетевого интерфейса запросом Web-страницы по указанному выше адресу, а также "пропинговать" часы (проверить скорость обмена пакетами), задержки не должны превышать 3 мс.

Проект программного обеспечения для микроконтроллера блока управления состоит из следующих файлов:

bmp180.c — функции для работы с датчиком давления;

counter.c — функции для работы с таймерами;

ds1307.c — функции для работы с часами реального времени;

ds18x20.c — функции для работы с датчиком температуры;

enc28j60.c — функции для работы с контроллером Ethernet;

http.c — функции, реализующие протокол HTTP;

i2c.c — функции, реализующие протокол I²C;

lan.c — функции, реализующие протокол TCP/IP;

led_displey.c — функции вывода информации на индикатор;

main.c — главная функция.

Настройка всех элементов программы производится в заголовочных файлах соответствующих программных модулей. Например, откорректировав заголовочный файл lan.h, можно изменить IP-адрес часов.

При старте программа производит инициализацию портов ввода—вывода микроконтроллера и периферийных устройств. После этого она начинает

непрерывный циклический опрос состояния кнопок управления и вывод информации на индикатор. Запускается обработчик сетевых запросов Ethernet. Для работы с Web-страницами используется протокол TCP/IP. В предлагаемом варианте программы принимаются только запросы на подключение к порту 80, остальные игнорируются.

В ответ на запрос установки связи часы отправляют пакет с содержимым Web-страницы своего интерфейса (**рис. 5**). Если запрос содержит параметры, передаваемые методом GET, происходит обработка принятой информации и вызывается процедура, выполняющая полученную команду и формирующая ответ на неё. После этого соединение разрывается до нового запроса.

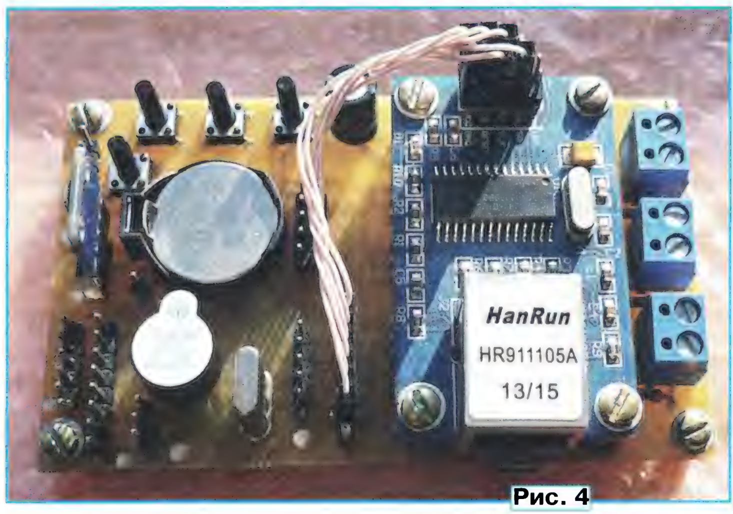


Рис. 4

Следует отметить, что в отличие от примера, рассмотренного в [3], ответ на запрос передаётся не одним, а несколькими информационными пакетами, что достигается использованием динамического определения объёма HTML-информации. При этом не требуется сразу указывать её объём, но при завершении передачи Web-страницы необходимо передать последним пустой пакет. Такое усовершенствование позволило создавать более сложные Web-страницы с большей информативностью и фактически сняло ограничения по их объёму. В этом случае он ограничен лишь объёмом памяти микроконтроллера.

Устанавливать настраиваемые параметры часов можно либо через Web-интерфейс, либо с помощью кнопок управления. В последнем случае необходимо нажать на кнопку SB1 "SELECT". Часы станут переключать режимы в следующей последовательности: установка часов, установка минут, установка яркости, установка периода смены показаний, индикация только давления, индикация только текущего времени, индикация только температуры. На индикаторе будет отображаться соответствующий параметр. При дальнейшем удержании кнопки SB1 индикатор погаснет, затем часы перейдут в режим с циклической сменой отображаемого параметра. Для изменения параметров в соответствующем режиме предназначены кнопки SB2 "PLUS" и SB3 "MINUS". Кнопка SB4 в рассматриваемом варианте программы не используется.

Установка будильника, управление звуковым сигналом, управление исполнительными устройствами возможны только из Web-интерфейса.

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	ДОПОЛНИТЕЛЬНО
Время,ч:мм:сс	17 : 25 : 09	0 :0 :0 Установить
Установка будильника,ч:мм	0 : 00	0 :0 Установить
Будильник	откл.	ON OFF
Давление, мм рт.ст.	744,8	BMP180
Внешних датчиков, шт	0	DS18x20
Температура внутри, °С	36,7	BMP180
Яркость, %	50	50 Установить
Период смены показаний, с	3	2 Установить
Канал 1	откл.	ON OFF
Канал 2	откл.	ON OFF
Канал 3	откл.	ON OFF
Звуковой сигнал	откл.	ON OFF SHORT
Режим индикации	Попеременно	NORM TIME PRES TERM
Время непрерывной работы	0 д., 15 ч., 40 м.	

Обновить

Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. BMP180 Digital pressure sensor. — URL: **http://ae-bst.resource.bosch.com/media/products/dokumente/bmp180/BST-BMP180-DS000-09.pdf** (02.10.14).

2. ENC28J60-H development board. Users Manual. — URL: **http://mail.olimex.com/Products/Modules/Ethernet/ENC28J60-H/resources/ENC28J60-H.pdf** (02.10.14).

3. Подключение микроконтроллера к локальной сети: работаем с ENC28J60. — URL: **http://we.easyelectronics.ru/electro-and-pc/podklyuchenie-mikrokontrollera-k-lokalnoy-seti-rabotaem-s-enc28j60.html** (08.10.14).

(Окончание следует)

Демонстрационный индикатор радиоактивного излучения

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

Предлагаемый индикатор предназначен, в первую очередь, для демонстрации экспериментов по физике при изучении темы "Строение атома", а также для использования на занятиях кружка занимательной науки.

Существуют довольно много различных индикаторов радиоактивного излучения, например, [1—3]. Выбор схемы предлагаемого индикатора обусловлен, в первую очередь, нежеланием самостоятельно изготавливать трансформатор и использовать дефицитные детали, а также желанием получить возможно более простой прибор, но с громкой звуковой индикацией попадания частицы излучения в счётчик. Так как индикатор предполагается использовать в первую очередь для демонстрации экспериментов в физическом кабинете, принято решение отказаться от батарейного питания в пользу сетевого.

Схема предлагаемого индикатора изображена на **рис. 1**. Высокое напряжение, необходимое для работы счётчика Гейгера BD1, получено из сетевого напряжения 220 В с помощью выпрямителя с удвоением напряжения, собранного на диодах VD1, VD2 и конденсаторах C1—C3. Выпрямленное напряжение на обкладках конденсатора C3 — около 580 В. Делитель напряжения на резисторах R2 и R3 уменьшает его до 350 В, необходимых для питания счётчика.

Формируемые счётчиком импульсы поступают через согласующий трансформатор T1 на вход усилителя звуковой частоты на транзисторах VT1 и VT2, собранного по общеизвестной схеме (см., например, [4]). Громкоговоритель BA1 — 0,25ГД-10 с сопротивлением звуковой катушки 8 Ом или подобный маломощный.

Детали прибора размещены в основном на двух односторонних печатных платах из фольгированного стеклотекстолита, изготовленных методом вырезания изолирующих зазоров между участками фольги. На плате, эскиз которой показан на **рис. 2**, размещены детали высоковольтного выпрямителя. На плате, изображённой на **рис. 3**, собран усилитель звуковой частоты.

В качестве согласующего трансформатора T1 применён готовый маломощный сетевой понижающий трансформатор с вторичным напряжением 6 В. Трансформатор T2 взят из блока питания калькулятора Б3-24 с выходным напряжением 4,5 В.

Диоды КД105Г можно заменить другими выпрямительными диодами с максимальным обратным напряжением не менее 600 В. Вместо диодов Д226Б в данном случае допускается применить любые кремниевые диоды общего назначения.

Транзисторы VT1 и VT2 — любые из серий МП39—МП42. Пригодны также транзисторы структуры n-p-n серий МП35—МП38, КТ315, но в этом случае необходимо изменить на обратную полярность питания усилителя, а также полярность включения оксидных конденсаторов C4, C5, C7.

Резисторы R1, R4—R7 — МЛТ; R2 и R3 — КЭВ-0,5. Конденсаторы C1, C2, C6 — К73-17; C3 — К73-11; C4, C5, C7 — оксидные импортные.

Счётчики СИ-22Г использовались в школьных демонстрационных индикаторах радиоактивности. Вместо этого счётчика допустимо применить СТС-5 или СБМ-20.

Выключатель SA1 — любого типа, рассчитанный на рабочее напряжение 250 В.

Налаживание устройства сводится к подборке резисторов R5 и R7 такими, чтобы ток коллектора транзисторов VT1 и VT2 был приблизительно 0,5 мА. При правильно налаженном усилителе индикатор начинает работать сразу. Редкие периодические щелчки свидетельствуют о том, что прибор фиксирует естественный радиационный фон, источник которого — космические лучи и распад радиоактивных элементов, которые всегда в небольших количествах содержатся в окружающей среде.

Применённый счётчик СИ-22Г реагирует на гамма- и жёсткое бета-излучение. Но альфа-распад будет обнаружен, так как за редким исключением он сопровождается бета- и гамма-излучением. Такой счётчик позволяет легко установить, содержит ли исследуемый образец радиоактивные элементы. Если поднести к индикатору образец вещества, содержащего такие примеси, то частота щелчков увеличится. По ней можно ориентировочно оценить активность источника ионизирующего излучения.

Помещая между источником излучения и индикатором преграды из различного материала, можно оценить степень поглощения излучения этими материалами. Например, слой дерева толщиной несколько сантиметров заметного снижения частоты щелчков не даёт, а слой свинца толщиной 20 мм поглощает около половины гамма-квантов.

Для экспериментов с индикатором необходим источник ионизирующего излучения. Из доступных источников легче всего найти соединения калия. Поскольку в природном калии есть примесь (около 0,01 %) радиоактивного калия-40, то сам металл и его соединения (например, хлорид калия) имеют заметную бета-радиоактивность, существенно превышающую естественный

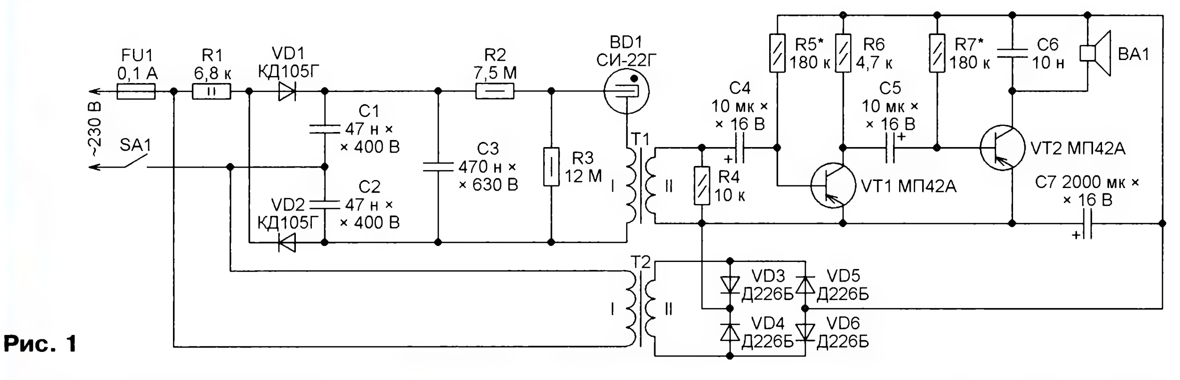


Рис. 1

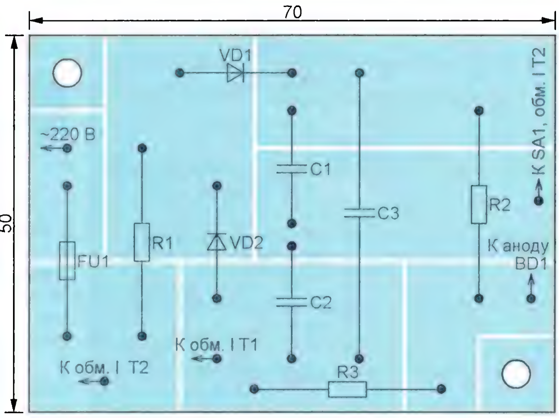


Рис. 2

РАДИО № 1, 2015
Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-28-38
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
РАДИО®

фон. Можно также экспериментировать с различными образцами горных пород. Обычно примеси урана и тория имеются в граните.

В воздухе всегда присутствует небольшое количество радиоактивного газа радона — продукта распада урана и тория. Продукты распада радона оседают на пылинках, которые можно попытаться собрать на какой-нибудь механический фильтр. Около такого фильтра индикатор должен показать повышение уровня радиации. Механическим фильтром может служить слой ваты толщиной около 1 см, обёрнутый тканью. Фильтр надевают на всасывающее отверстие пылесоса и прогоняют через него воздух в течение 15...20 мин. После этого радиоактивность фильтра возрастёт в 2—3 раза по сравнению с естественным фоном. Опыт следует проводить в плохо проветриваемом помещении (подвал, ванная комната), как известно, радон скапливается в таких помещениях. Надо заметить, что опыт совершенно безопасен, поскольку активность полученного источника невелика и через 30...45 мин возвращается к фоновому значению.

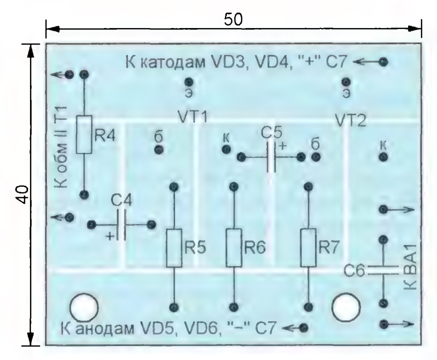


Рис. 3

Не стоит забывать, что некоторые детали индикатора находятся под высоким напряжением. Поэтому любое нарушение правил электробезопасности при работе с ним недопустимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Даниленко В., Кочетов Н.** В лучах Беккереля. — Моделист-конструктор, 1994, № 5, с. 14—16; № 6, с. 28—30.

2. **Клементьев С.** Самодельный радиометр. — Юный техник, 1956, № 1, с. 64, 65.

3. **Поляков В.** Индикатор радиоактивности. — Юный техник, 2011, № 7, с. 74—78.

4. **Борисов В. Г.** Юный радиолюбитель. Изд. 8-е. — М.: Радио и связь, 1992, с. 170—172.

***От редакции.** Напряжение в точке соединения резисторов R2 и R3 необходимо измерять прибором с входным сопротивлением не менее 100 МОм, иначе результат измерения будет сильно занижен.*

Автомат управления дневными ходовыми огнями автомобиля

О. ИЛЬИН, г. Казань

Предлагаемое устройство предназначено для автоматического управления работой установленных на автомобиле дневных ходовых огней (ДХО). Оно функционирует в соответствии с техническими требованиями к ДХО, предусмотренными ГОСТ Р-41.48-2004 [1], и выполняет следующие функции: включает ДХО при запуске и выключает их при остановке двигателя автомобиля; выключает ДХО при включении габаритных огней (ближнего света фар); предоставляет водителю автомобиля возможность устанавливать длительность задержки включения ДХО после пуска двигателя; обеспечивает водителю возможность контролировать функционирование ДХО из салона автомобиля с помощью светодиодного индикатора.

Предлагаемый автомат свободен от недостатка, присущего устройству, описанному в [2], — возможности самопроизвольного выключения ДХО во время движения автомобиля вследствие снижения напряжения в его бортсети ниже некоторого уровня. Например, при включении мощного потребителя электроэнергии во время работы двигателя на минимальных оборотах.

По сравнению с устройствами подобного назначения, выполненными на основе микроконтроллеров [3, 4], в описываемом автомате использована более простая элементная база. Кроме того, в отличие от [4], им может быть оснащён практически любой автомобиль, а не только оборудованный электронным спидометром.

Схема автомата управления ДХО представлена на **рис. 1**. Контакты его колодки XT1 соединяют со следующими электрическими цепями автомобиля: 1 (+АКБ) — с плюсовым выводом аккумуляторной батареи; 2 (+12 В) — с выключателем бортового напряжения замка зажигания; 3 (ДДМ) — с датчиком давления масла; 4 (РСТ) — с линией управления реле стартёра; 5 (ГО) — с линией питания габаритных огней (ближнего света фар); 6 (−АКБ) — с минусовым выводом аккумуляторной батареи ("массой" автомобиля); 7 и 8

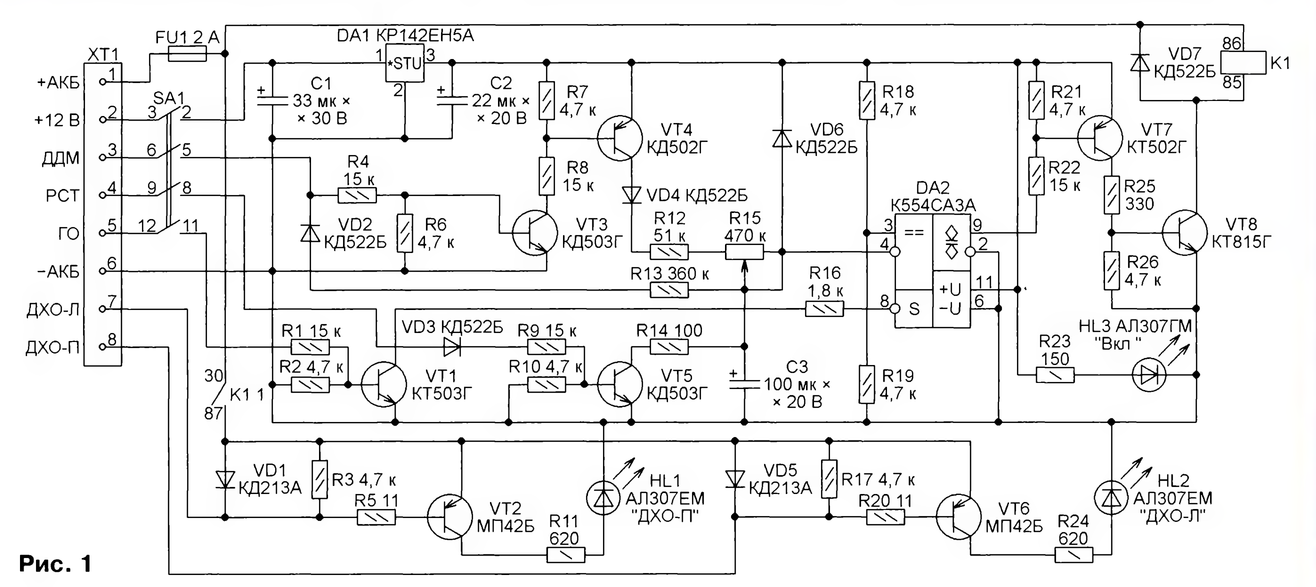


Рис. 1

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

(ДХО-Л и ДХО-П) — с линиями питания соответственно левых и правых ДХО.

При замкнутом выключателе SA1 и повороте ключа зажигания в положение "Зажигание" на контакт 2 колодки XT1 поступает напряжение бортсети автомобиля. Оно подаётся на вход интегрального стабилизатора DA1, который формирует на своём выходе стабилизированное напряжение +5 В, необходимое для работы основных узлов устройства. Конденсаторы C1, C2 сглаживают пульсации напряжения соответственно на входе и выходе стабилизатора. О включении автомата управления ДХО свидетельствует свечение светодиода HL3, рабочий ток которого задан резистором R23.

В таком положении ключа зажигания контакты датчика давления масла, установленного на двигателе, замкнуты. Поэтому напряжение на контакте 3 колодки XT1 равно нулю. В результате этого электронные ключи на транзисторах VT3 и VT4 закрыты, а цепь зарядки конденсатора C3 (участок эмиттер—коллектор транзистора VT4, диод VD4 и резисторы R12, R15) обесточена. Транзисторы VT1 и VT5 также закрыты, поскольку напряжение на контактах 4 и 5 колодки XT1 отсутствует.

Напряжение на неинвертирующем входе компаратора напряжения DA2, поступающее с делителя напряжения R18R19, превышает напряжение на его инвертирующем входе, подаваемое с конденсатора C3, вследствие чего на выходе компаратора DA2 устанавливается высокий уровень напряжения. При этом транзисторы VT7 и VT8 закрыты, обмотка реле K1 обесточена, его контакты K1.1 разомкнуты, напряжение на контактах 7 и 8 колодки XT1 отсутствует. ДХО выключены, а светодиоды HL1 и HL2 не светятся.

При повороте ключа зажигания в положение "Пуск" с линии питания реле стартёра на контакт 4 колодки XT1 подаётся напряжение бортсети. Поэтому во время работы стартёра транзистор VT5 открыт и через токоограничивающий резистор R14 шунтирует конденсатор C3, в результате чего напряжение на этом конденсаторе в момент пуска двигателя стартёром практически равно нулю. Отсутствие напряжения на конденсаторе C3 при пуске двигателя позволяет сформировать задержку включения ДХО стабильной длительности, не зависящей от продолжительности работы двигателя, предшествующей моменту его нового пуска (например, при самопроизвольной остановке двигателя после непродолжительной работы).

После запуска двигателя и прекращения работы стартёра напряжение бортсети на контакт 4 колодки XT1 не подаётся, вследствие чего транзистор VT5 закрывается. Диод VD3 препятствует прохождению на базу транзистора VT5 отрицательных импульсов напряжения самоиндукции обмотки реле стартёра, предохраняя этим эмиттерный переход транзистора VT5 от возможного пробоя.

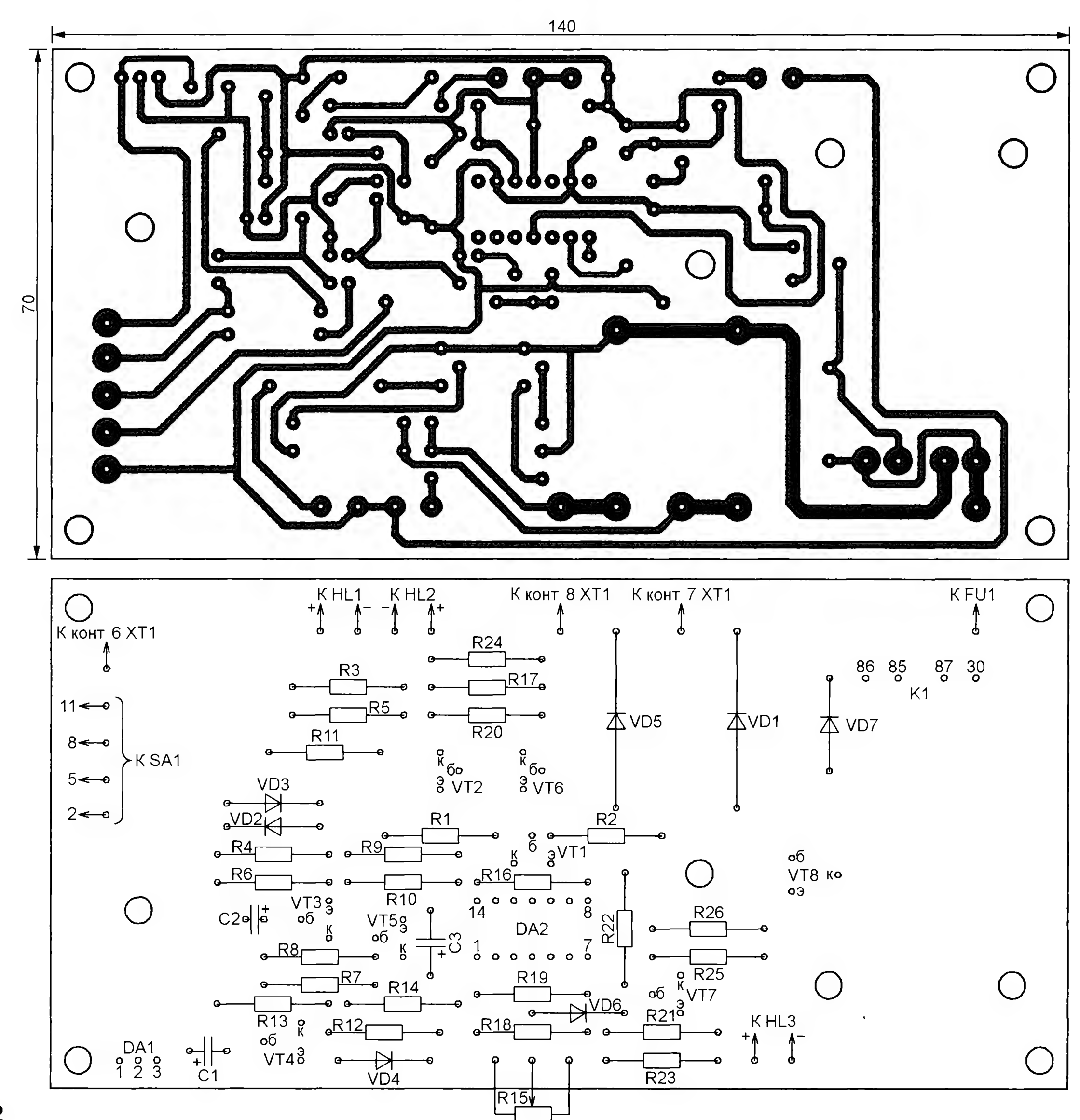


Рис.2

При работающем двигателе контакты датчика давления масла размыкаются, в результате чего на контрольную лампу давления масла, расположенную на приборном щитке автомобиля, и на контакт 3 колодки XT1 поступает напряжение бортсети. При этом транзисторы VT3 и VT4 открываются, а конденсатор C3 начинает заряжаться током, протекающим через участок эмиттер—коллектор транзистора VT4, открытый диод VD4 и резисторы R12, R15.

Когда напряжение на конденсаторе C3 достигает напряжения срабатывания компаратора DA2, на его выходе появляется напряжение низкого уровня, в результате чего транзисторы VT7 и VT8 открываются, реле K1 срабатывает, при этом его контакты K1.1 замыкают цепь питания ДХО и они включаются.

Поскольку ДХО — относительно мощный потребитель электроэнергии, а для подзарядки аккумуляторной батареи от генератора автомобиля после пуска двигателя стартёром необходимо некоторое время, автомат задерживает их включение после пуска. Длительность этой задержки может быть установлена в интервале от 5 до 45 с (по усмотрению водителя) с помощью переменного резистора R15.

При включённых ДХО ток, потребляемый ими и протекающий от плюсового вывода аккумуляторной батареи автомобиля через контакт 1 колодки XT1, плавкую вставку FU1 и контакты реле K1.1, создаёт на диодах VD1 и VD5 падение напряжения, достаточное для открывания и насыщения германиевых транзисторов VT2 и VT6. Это вызывает протекание тока через резисторы R11, R24 и светодиоды HL1 и HL2, свечение которых информирует водителя о нормальном функционировании соответственно правого и левого ДХО. При отсутствии тока в цепи ДХО падение напряжения на соответствующих диодах VD1 и VD5 отсутствует, поэтому транзисторы VT2 и VT6 остаются закрытыми и светодиоды HL1 и HL2 не светятся. При аварийном замыкании в цепи ДХО перегорает плавкая вставка FU1 и оба светодиода HL1, HL2 гаснут.

При включении габаритных огней (ближнего света фар) на контакт 5 колодки XP1 поступает напряжение бортсети, вследствие чего транзистор VT1 открывается и подключает через резистор R16 вход стробирования S компаратора DA2 к общему проводу. В результате этого выходное напряжение компаратора DA2 устанавливается на высоком уровне независимо от знака разности его входных сигналов, вследствие чего транзисторы VT7, VT8 закрываются, обмотка реле K1 обесточивается, его контакты K1.1 размыкаются, при этом ДХО выключаются. Диод VD7 защищает транзистор VT8 от возможного пробоя импульсами напряжения самоиндукции обмотки реле K1. При выключении габаритных огней (ближнего света фар) ДХО вновь включаются.

После остановки двигателя контакты датчика давления масла замыкаются, в результате чего напряжение на контакте 3 колодки XT1 становится равным нулю, при этом транзисторы VT3 и VT4 закрываются и цепь зарядки конденсатора C3 обесточивается. Конденсатор C3 начинает разряжаться через резистор R13, открытый диод VD2 и замкнутые контакты датчика давления масла. Когда напряжение на конденсаторе C3 достигает порога срабатывания компаратора DA2, на его выходе появляется напряжение высокого уровня. В результате этого транзисторы VT7 и VT8 закрываются, обмотка реле K1 обесточивается, его контакты K1.1 размыкаются, при этом ДХО выключаются. При полностью заряженном конденсаторе C3 длительность задержки выключения ДХО после остановки двигателя — приблизительно 30 с.

Следует заметить, что при работе двигателя на малых оборотах, когда возможно кратковременное замыкание контактов датчика давления масла, самопроизвольного выключения ДХО во время движения автомобиля не происходит, поскольку в этом случае конденсатор C3 не успевает разрядиться до напряжения срабатывания компаратора DA2.

При разомкнутом выключателе SA1 устройство отключается от бортовой сети автомобиля, при этом светодиод HL3 гаснет, а конденсатор C3 быстро разряжается через открывшийся диод VD6, предотвращая протекание тока через инвертирующий вход компаратора DA2 при отключённом питании.

Большинство деталей описываемого устройства смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж этой платы представлен на **рис. 2**. Она помещена в корпус, образованный двумя П-образными металлическими пластинами. На передней панели корпуса установлены выключатель SA1, переменный резистор R15 и светодиоды HL1—HL3. На его задней панели установлены контактная колодка XT1 и держатель плавкой вставки FU1. Устройство размещено в салоне автомобиля, вблизи переключателей управления его световыми приборами.

Микросхему КР142ЕН5А можно заменить импортным аналогом серии 7805. Вместо компаратора К554СА3А можно использовать К554СА3Б, К521СА3, 521СА3 или их импортный аналог LM311.

Транзисторы КТ502Г и КТ503Г могут быть заменены транзисторами этих же серий или другими с аналогичными параметрами. Транзистор КТ815Г можно заменить таким же с другими буквенными индексами или любым серии КТ817.

Вместо транзисторов МП42Б пригодны другие германиевые транзисторы этой же серии или серий МП25, МП26. Диоды КД522Б заменяются на КД522А или другие маломощные кремниевые диоды, например, из серий КД102, КД521, Д220, Д223. Заменить диоды КД213А можно диодами той же серии или серии 2Д213. Светодиоды подойдут любые подходящей яркости и цвета свечения.

Оксидные конденсаторы использованы танталовые К53-16. Постоянные резисторы — С2-33, которые можно заменить на С2-23, МЛТ и аналогичные. Переменный резистор R15 — СП4-1. Реле K1 — автомобильное 98.3747-111. В качестве SA1 применён галетный переключатель ПГ3-2П4Н. Подойдут также ПГК-2П4Н, ПГГ-2П4Н и другие подобные.

На автомобиле автора установлены светодиодные ДХО LED72 фирмы "Torino". Они потребляют от бортовой сети автомобиля ток не более 1 А. Если автомобиль оснащён более мощными ДХО, например, с галогенными лампами накаливания, диоды VD1 и VD5 рекомендуется установить на теплоотвод, рассеивающий необходимую мощность. При этом плавкая вставка FU1 должна иметь соответствующий ток срабатывания.

При исправных деталях и безошибочном монтаже описанный автомат управления ДХО в налаживании не нуждается.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДХО. Требования ГОСТ к дневным ходовым огням. — URL: **http://adrl.ucoz.ru/publ/dkho_trebovanija_gost_k_dnevnym_khodovym_ognjam/1-1-0-1** (23.10.14).

2. **Долгодров А.** Автоматический включатель/выключатель противотуманных фар. — Радио, 2011, № 5, с. 43, 44.

3. **Суров В.** Автомат управления дневными ходовыми огнями. — Радио, 2012, № 1, с. 45, 46.

4. **Абрамович А.** Автомат включения автомобильных фар и габаритных огней. — Радио, 2013, № 3, с. 40, 41.

РАДИО®

Зарядное устройство автомобильной аккумуляторной батареи

Д. ЧЕРНЯНСКИЙ, г. Брянск

Автор предлагает свою новую разработку зарядного устройства для автомобильной аккумуляторной батареи. От предыдущего варианта его отличает больший зарядный ток, автоматическое ограничение напряжения зарядки, предотвращающее перезарядку аккумуляторов и позволяющее освободить оператора от постоянного контроля за этим процессом, а также возможность заряжать две батареи напряжением 12 В, включённые последовательно, или одну — 24 В.

Работа зарядного устройства (ЗУ) основана на известном принципе фазового регулирования напряжения. За основу взято ЗУ, разработанное мною ранее и опубликованное в "Радио", 2013, № 12, с. 38, 39. Максимальный ток зарядки увеличен до 15 А, введены два режима зарядки: для батарей напряжением 12 и 24 В и ограничение максимального напряжения зарядки. Ниже основное внимание будет уделено отличиям ЗУ от опубликованного ранее. Оставлены без внимания как принцип работы, так и описание наладки устройства, рассмотренные подробно в предыдущей статье.

Схема ЗУ приведена на **рис. 1**. Силовой управляющий элемент — тринистор, заменён мощным полевым транзистором VT2 SPW47N60. Состоянием транзистора (открыт/закрыт) также управляет компаратор, собранный на ОУ DA2.2, но управление происходит через оптрон U1 и инвертирующий драйвер на специализированной микросхеме DA3 IR4426. Изменившаяся силовая часть в работе имеет особенность: каждая часть полупериода сетевого напряжения прикладывается к первичной обмотке силового трансформатора VT2 не с определённого значения и до нуля (как ранее), а имеет некоторый предел по длительности, обусловленный циклами перезарядки конденсатора C6 в устройстве управления от сигналов с выхода компаратора на ОУ DA2.1. Однако эта особенность не вносит заметных потерь при работе ЗУ.

В устройстве применён ограничитель степени зарядки батареи, выполненный на ОУ DA4. Благодаря этому узлу наличие вольтметра перестало быть необходимостью. Кроме того, в процессе зарядки не требуется постоянный визуальный контроль значений зарядного тока и напряжения на зажимах батареи. При зарядке по достижении некоторого значения напряжения

X1 VD1 КЦ407А К выв. 8 DA2, выв. 7 DA4 VD4 DA1 КР142ЕН8А *ST R3 10 к C1 1000 мк x x 25 В C4 470 мк x x 16 В R8 10 к DA2.1 R11 6,8 к R12 10 к R13 510 R17 3,9 к R20 100 к DA2.2 VT1 VD9 SF18 VD10 SF18 C6 15 н R14 5,1 к R18 68 к DA4 R22 3,9 к U1.1 VD11 1N5817 R9 1 к VD2 КЦ407А C2 1000 мк x 25 В К выв. 4 DA2 К выв. 4 DA4 VD3 КЦ407А C3 1000 мк x x 25 В C5 0,1 мк R10 3,9 к DA3 IR4426 IA OA Vs GND R19 100 к VT2 SPW47N60 VD12 RS1007 R16 20 R21 51 C7 4,7 н x x 630 В R15 10 к U1.2 X2 "12 В" SA2 "24 В" R2 3,9 к R4 15 к R6 4,3 к R5 6,8 к R7 6,8 к

DA2 TL072CN, DA4 AD8675ARZ, VT1 КТ3102Б, VD4 SF28, U1 PC817A.

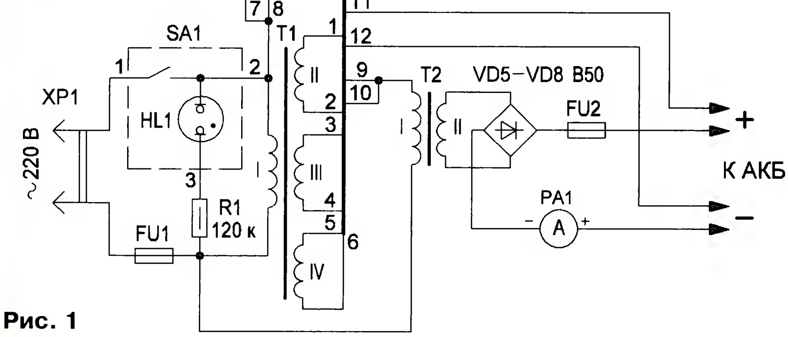
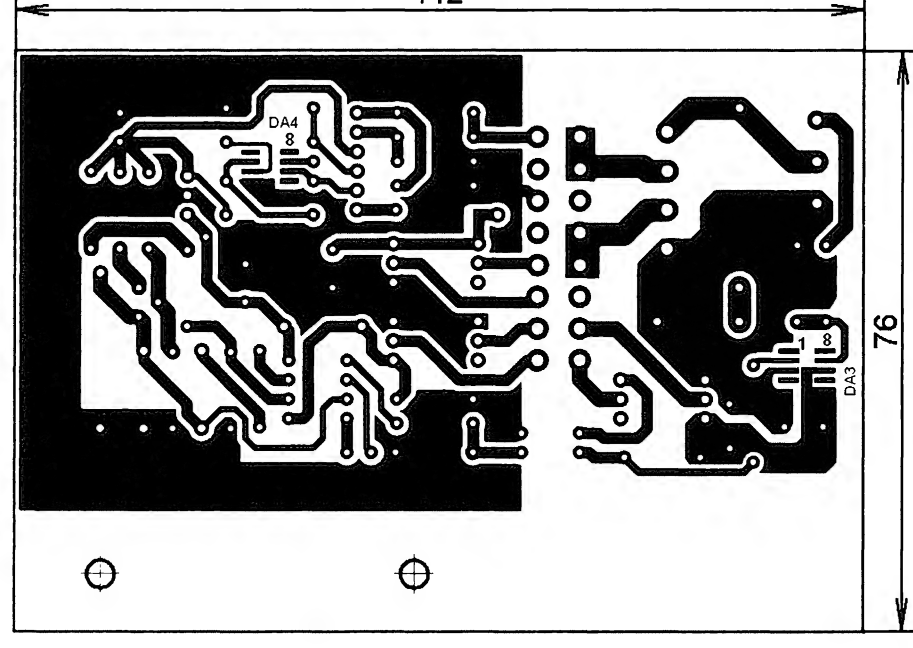


Рис. 1

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18



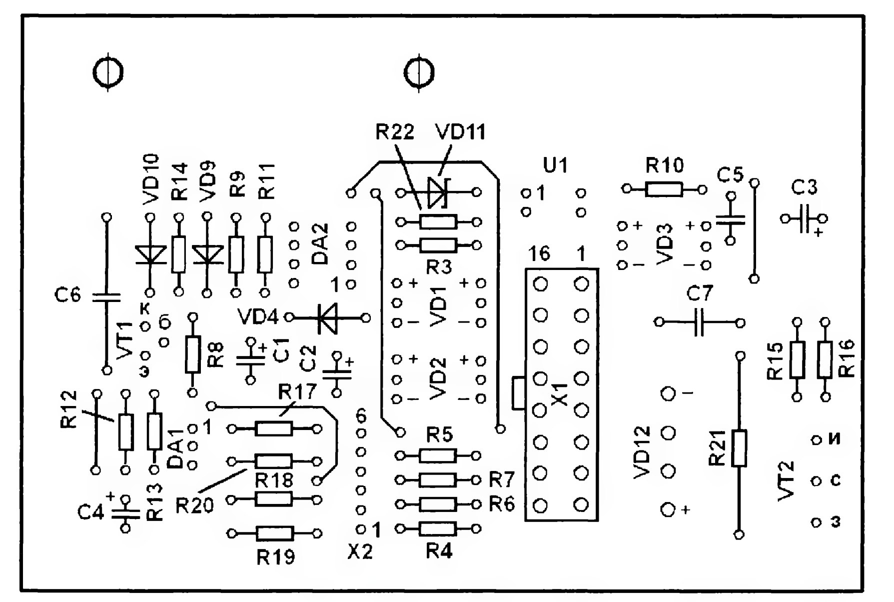


Рис. 2

на зажимах ток зарядки начинает падать, не давая тем самым батарее перезарядиться. Уровень максимального напряжения определяется резистивными делителями R4R5 и R6R7. Делитель R6R7 введён для зарядки одной батареи на 12 В, а R4R5 — двух, включённых последовательно, или одной на 24 В (такие батареи установлены, например, в автомобилях "КамАЗ"). Напряжение задают положениями переключателя SA2 "12 В" или "24 В" до начала зарядки.



Рис. 3

Увеличение напряжения более установленного приводит к увеличению напряжения на неинвертирующем входе ОУ DA4, а значит, и на его выходе, к которому подключён переменный резистор R2. Часть этого напряжения с движка переменного резистора поступает на инвертирующий вход ОУ DA2.2 узла сравнения, а на неинвертирующий вход ОУ поступает пилообразное напряжение. Поскольку ОУ узла сравнения работает как компаратор, увеличение напряжения на инвертирующем входе приведёт к тому, что на его выходе прямоугольные импульсы, управляющие временем открытого состояния полевого транзистора VT2, станут короче. В результате ток зарядки уменьшится, а напряжение вернётся к установленному значению.

При указанных на схеме значениях сопротивлений резистивных делителей напряжение начала ограничения тока составляет примерно 14,4 или 28,8 В соответственно. Дальнейший рост напряжения при зарядке ограничен уровнем 14,5 или 29 В, поскольку ток зарядки при этом уменьшится до нуля за счёт действия ООС через узел на ОУ DA4.

На практике ток уменьшается до некоторого минимального значения, по которому судят о прекращении зарядки. Так, при падении зарядного тока до 0,2...0,5 А во время зарядки батареи ёмкостью 50...60 А·ч её можно считать полностью заряженной. Конечно, точно установить степень заряженности батареи можно, лишь измерив ареометром плотность электролита в её "банках".

В ЗУ применён сетевой трансформатор Т1 ТПП271-220-50. В качестве вторичных обмоток использованы две имеющиеся обмотки с выходными напряжениями 10 В (на рис. 1 — обмотки II и IV) и одна с напряжением 5 В (на рис. 1 — обмотка III). Силовой трансформатор Т2 — ОСМ1-0,63. Сетевой выключатель SA1 — рокерного типа с подсветкой, например, серии ISR. Переключатель SA2 — любой. Разъём X1 — MF-2x8 (MF16). Вилку разъёма можно выпаять из неисправной материнской платы ПК, а розетку с проводами нужной длины — от блока питания ПК. Лишние контакты разъёма следует удалить с обоих краёв поровну, а лишние фрагменты пластмассового корпуса срезать острым ножом. При этом защёлка-фиксатор останется в центре корпуса. Разъём X2 — WF6 или подобный с расстояниями между контактами 2,56 мм.

Блок управления собран на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 112×76 мм. Чертёж печатной платы и расположение элементов на ней показаны на **рис. 2**.

Конструктивно ЗУ размещено в корпусе подходящих размеров. На шасси закрепляют оба трансформатора, теплоотвод с мощными диода-

ми VD5—VD8 и теплоотвод под полевой транзистор VT2 и диодный мост VD12. Контактные поверхности изолированы теплопроводящими прокладками. Плату с блоком управления устанавливают вертикально на двух стойках так, чтобы обеспечить тепловой контакт транзистора и диодного моста с их теплоотводом (**рис. 3**). На теплоотвод со стороны, противоположной закреплённым на нём элементам, для лучшего охлаждения в режиме максимальной мощности установлен небольшой вентилятор (на схеме не показан), например, используемый в ПК. Напротив вентилятора по площади, определяемой его диаметром, в кожухе корпуса следует насверлить отверстия.

Необходимо отметить некоторые особенности в работе ЗУ. Во-первых, попытка оператором ручкой переменного резистора R2 регулятора тока увеличить ток в зонах работы ограничения напряжения зарядки (14,4...14,5 В и 28,8...29 В) не приведёт к его увеличению, так как будет тут же скомпенсирована действием ООС. Если оператор оставит ручку в таком положении, то при подключении разряженной батареи начальный зарядный ток может оказаться более требуемого. Во-вторых, при подключении батареи следует убедиться, что переключатель SA2 находится в требуемом положении: "12 В" или "24 В". В противном случае это приведёт либо к перезарядке, либо к отсутствию реакции на вращение ручки переменного резистора R2 регулятора и недозарядке батареи на 24 В. Фотоснимок ЗУ со снятым кожухом приведён на **рис. 4**.



Рис. 4

Светодиодный светильник с плавным изменением цвета

А. ЛЕВАШОВ, г. Кизляр, Дагестан

Принцип действия предлагаемого светильника основан на смешении трёх основных цветов: красного, зелёного и синего. В качестве источников света применены светодиоды (12 шт.) повышенной яркости свечения указанных выше цветов. Их сочетание создаёт разнообразную гамму цветовых оттенков. Например, красный и зелёный дают жёлтый, зелёный и синий — голубой, синий и красный — пурпурный цвета и т. д. Переключением цветов управляет микросхема.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Его основа — микросхема 14-разрядного счётчика DD1, в состав которой входят логические элементы для построения генератора импульсов. Частотозадающие элементы генератора — C2, R3 и R6. К трём старшим разрядам счётчика подключены три электронных коммутатора, каждый из которых собран на двух транзисторах VT1 и VT4 (VT2 и VT5, VT3 и VT6). В цепь обратной связи установлен конденсатор C3 (C4, C5), на входе установлен резистор R4 (R7, R5). Благодаря этому включение и гашение светодиодов происходят не скачком, а плавно. Это меньше утомляет глаза и обеспечивает более щадящий режим работы светодиодов. Последовательно с каждым светодиодом установлен токоограничивающий резистор (R8—R19). Частота переключения цветов задаётся частотозадающими элементами генератора, и её можно плавно изменять резистором R6, а грубо — подборкой конденсатора C2.

Все элементы, кроме светодиодов и токоограничивающих резисторов, смонтированы на макетной плате. Применены постоянные резисторы С2-23, МЛТ, переменный — СП4-1, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, C2 — керамический К10-17 или плёночный серии К73. Светодиоды можно применить любого типа (например, серии КИПД35) соответствующего цвета повышенной яркости свечения.

Светодиоды и токоограничивающие резисторы установлены на отдельной печатной плате (**рис. 2**). Их размещение может быть произвольным. В авторском варианте светодиоды красного цвета установлены в центре, а зелёного и синего — поочерёдно по краю платы. Обе платы размещены внутри матового пластмассового плафона диаметром 500 мм от светильника. Для получения более равномерного освещения плафона над светодиодами желательно установить пластмассовый рассеиватель.

Источник питания — сетевой, можно применить нестабилизированный с выходным напряжением 7...9 В и допустимым током до 350 мА. Число светодиодов в каждом канале можно увеличить в 1,5...2 раза. Но в зависимости от напряжения питания и числа светодиодов в каждом канале возможен заметный разогрев транзисторов VT4—VT6. Если это так, надо применить транзисторы серии КТ819.


Рис. 2

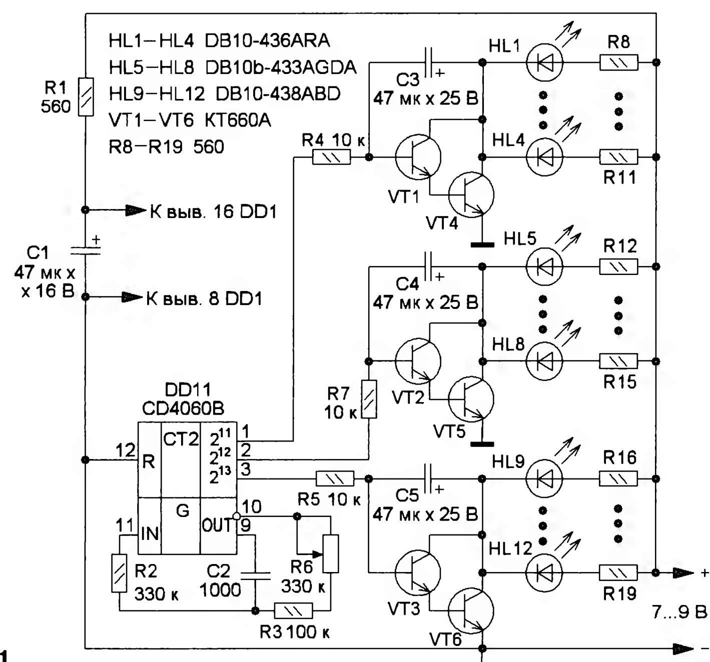


Рис. 1

Доработка "бортсети" велосипеда

Д. МОЛОКОВ, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

Всем велолюбителям знакома ситуация, когда в дождливую погоду отказывает велогенератор... Но даже при исправном генераторе не очень удобно в сумерках или полной темноте на ощупь затаскивать велосипед в подъезд или подвал после поездки.

В предлагаемой системе электроснабжения велосипеда, помимо электрогенератора, источником питания

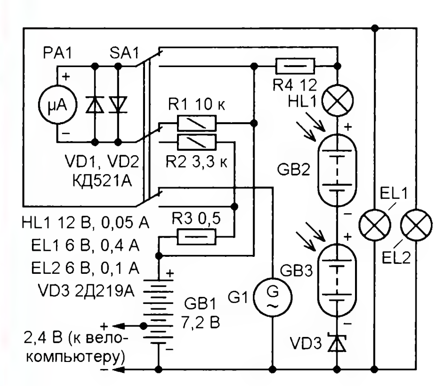


Рис. 1

служит батарея GB1 (**рис. 1**), составленная из шести никель-металлогидридных аккумуляторов типоразмера АА ёмкостью 2100 мА·ч. Заряжаются они от солнечных батарей GB2, GB3, постоянно соединённых с батареей GB1 через диод Шотки VD3 и токоограничивающий элемент, в качестве которого применена лампа накаливания HL1 [1]. Постоянное прямое напряжение на диоде при токе 1 А — не более 0,45 В [2]. С указанным токоограничивающим элементом HL1 ток зарядки не превышает 200 мА при ясной солнечной погоде, что примерно соответствует режиму десятичасовой зарядки.

Ток зарядки/разрядки контролируют микроамперметром PA1, нагрузку подключают переключателем SA1. В его верхнем (по схеме) положении лампы EL1 и EL2 (фара и габаритный фонарь соответственно) питаются от велогенератора переменного тока G1, в нижнем — от аккумуляторной батареи GB1. При включённой нагрузке (переключатель SA1 в нижнем — по схеме — положении) ответвляющийся в микроамперметр ток течёт через резисторы R2, R3, и при указанных на схеме номиналах полное отклонение стрелки соответствует разрядному току 2 А. Если же нагрузка выключена (SA1 в положении, показанном на схеме), ток течёт через резистор R1, и полное отклонение стрелки соответствует зарядному току 200 мА.

Во избежание нарушения герметичности микроамперметра, а также возможной порчи его подвижной части из-за случайного притягивания металлических частиц сильным магнитом прибора шкала не дорабатывалась. Как показала практика, отсчёт показаний при зарядке и разрядке батареи GB1 не вызывает затруднений.

Рис. 2



Аккумуляторы размещены в двух контейнерах для элементов типоразмера АА (один из них рассчитан на четыре элемента, другой — на два), что позволяет при необходимости питать от батареи GB1 и велокомпьютер. Автор использует велокомпьютер ECHOWELL. Литиевый элемент питания CR2032 был аккуратно разобран и доработан: к его плюсовой и минусовой обкладкам припаяны идущие от аккумуляторной батареи гибкие провода (МГТФ), а в центре винтовой крышки просверлено отверстие диаметром 3 мм, через которое они выведены наружу. Таким образом, оболочка элемента стала выполнять функцию штекера питания.

Солнечные батареи закреплены на пластине из текстолита с помощью двусторонней липкой ленты толщиной около 1 мм, а пластина, в свою очередь, — горизонтально на руле велосипеда с помощью кронштейна высотой 140 мм. Особое внимание следует обратить на герметичность солнечных батарей (во избежание попадания влаги на печатные проводники и выводы необходимо промазать их пластины по краям герметиком). Устанавливать батареи на багажнике велосипеда не следует во избежание попадания грязи на рабочую поверхность. Возможно, читатели, решившие оснастить свой велосипед описываемой системой, захотят изготовить двухэтажный багажник, расположив батареи на верхнем этаже.

Микроамперметр и переключатель питания (ПТ3-40) также закреплены на руле велосипеда (**рис. 2**), а контейнеры с аккумуляторами — на горизонтальной трубе рамы.

В устройстве применён микроамперметр М4228.3 с током полного отклонения стрелки 200 мкА и сопротивлением рамки 2070 Ом. Вполне возможно на первых порах обойтись без прибора и резисторов R1, R2, однако необходимо оставить резисторы R3, R4, что позволит контролировать ток зарядки/разрядки без разрыва цепи с помощью мультиметра, включённого в режим вольтметра.

Размеры применённых автором солнечных батарей GB1, GB2 — 140×160 мм, суммарная ЭДС — около 11 В. Возможно применение иных батарей, однако суммарная площадь поверхностей должна быть не меньше 300 см^2, а ЭДС — не менее 11 В.

Электрический монтаж выполнен навесным способом с применением термоусаживаемой трубки и эластичных монтажных хомутиков. Все резисторы — МЛТ, они впаяны прямо в разрывы проводов и защищены термоусаживаемой трубкой подходящего диаметра. Все открытые места пайки после проверки правильности соединений необходимо покрыть цапонлаком.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Байерс Т.** 20 конструкций с солнечными элементами. — М.: Мир, 1988.

2. **Баюков А. В., Гитцевич А. Б., Зайцев А. А.** и др. Полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы. Справочник. Под общ. ред. Н. Н. Горюнова. — М.: Энергоатомиздат, 1983.

Сигнализатор повышенной влажности воздуха

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Если надолго забыть о поставленной на горячую плиту посуде с водой, выпарившиеся несколько литров воды и испорченная посуда вас не обрадуют. Чтобы такого не случалось, можно собрать несложное устройство, которое, будучи размещённым, например, на кухне, известит звуковыми сигналами о высокой влажности в помещении.

Схема сигнализатора повышенной влажности воздуха представлена на **рис. 1**. По совместительству он может подать сигнал и об образовавшейся на полу луже, что уменьшит неприятности в случае повреждения водопроводного либо отопительного оборудования или переполнения раковины при оставленном на длительное время открытом кране и засорившемся сливном отверстии.

В качестве чувствительного элемента в сигнализаторе применён газорезистор B1. Такие использовались в кассетных видеомагнитофонах и видеокамерах для блокировки работы лентопротяжного механизма при высокой влажности воздуха внутри корпуса аппарата. Логические элементы DD1.1 и DD1.2 образуют генератор импульсов, следующих примерно 15 раз в минуту. Эта частота задана резисторами R13, R15, R16 и конденсатором C9. Благодаря диоду VD7 импульсы значительно (приблизительно в 10 раз) короче пауз между ними.

Когда газорезистор сухой, его сопротивление не превышает 1...3 кОм и напряжения в точке соединения резисторов R4, R5, R7 недостаточно для открывания транзистора VT1. Закрыт и транзистор VT2. Логический уровень напряжения на нижнем (по схеме) входе элемента DD1.1 — низкий, чем запрещена работа генератора импульсов на элементах DD1.1 и DD1.2, причём на выходе элемента DD1.2 установлен низкий уровень, в свою очередь запрещающий работу генератора импульсов звуковой частоты на элементах DD1.3 и DD1.4.

Если влажность окружающего газорезистор воздуха повысится (для проверки достаточно сделать с расстояния 5...10 см два-три выдоха на газорезистор), то сопротивление газорезистора возрастёт до 10...20 МОм. Увеличившимся напряжением на базе транзистор VT1 будет открыт, вместе с ним откроется и транзистор VT2. На нижнем (по схеме) входе элемента DD1.1 будет установлен высокий логический уровень напряжения. Оба генератора импульсов заработают. Пьезоизлучатель звука HA1 станет каждые 4 с подавать звуковые сигналы длительностью около 0,5 с.

Обратная связь через резистор R7 ускоряет открывание и закрывание транзисторов VT1, VT2 и создаёт небольшой гистерезис в характеристике их переключения. Это обеспечивает чёткое без "дребезга" срабатывание сигнализатора при медленном приближении влажности к пороговой. Порог срабатывания устанавливают подстроечным резистором R3.

Устройство подаст сигнал и в том случае, если транзистор VT1 останется закрытым, а транзистор VT2 откроется в результате замыкания пролитой водой контактов E1 и E2. Резисторы R6 и R8 не только ограничивают базовый ток транзистора VT2, но и уменьшают опасность поражения электрическим током человека, прикоснувшегося к контактам. Сетевое напряжение может попасть на них в результате проникновения воды внутрь сигнализатора или нарушения изоляции между обмотками трансформатора T1.

Чтобы сигнализатор не досаждал звуковыми сигналами, пока устраняются причины его срабатывания, нажатием на кнопку SB1 можно заблокировать работу генераторов приблизительно на 18 мин. Столько времени конденсатор C8, разряженный нажатием на кнопку, будет заряжаться через резистор R17. Резистор R22 ограничивает разрядный ток конденсатора, предохраняя контакты кнопки от обгорания. Следует отметить, что восстановление низкого сопротивления газорезистора B1 по окончании воздействия высокой влажности происходит очень медленно. Поэтому, чтобы избавиться от назойливых сигналов, может потребоваться нажимать на кнопку SB1 несколько раз.

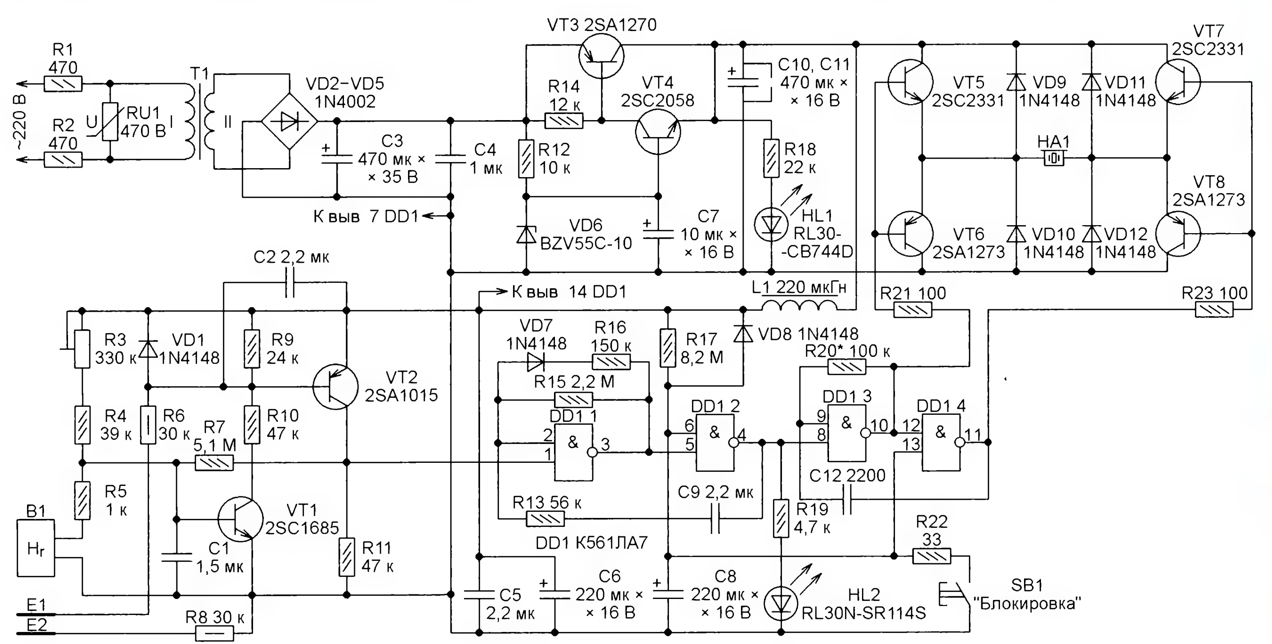


Рис. 1

Пьезоизлучатель звука HA1 подключён к выходам элементов DD1.3, DD1.4 через эмиттерные повторители на транзисторах VT5, VT6 и VT7, VT8. Это увеличивает нагрузочную способность генератора и даёт возможность подключить к нему несколько излучателей звука параллельно, разместив их, например, в разных помещениях.

Светодиод HL1 сигнализирует о включении сигнализатора в сеть, а светодиод HL2 включается в моменты подачи звуковых сигналов, а также при заблокированной низким уровнем напряжения на конденсаторе C8 работе генераторов. Конденсаторы C1 и C2 предотвращают ложные срабатывания сигнализатора, вызванные помехами.

Напряжение сети 220 В поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1 через защитные резисторы R1 и R2. Варистор RU1 защищает трансформатор от всплесков напряжения сети. Напряжение около 17 В с вторичной обмотки трансформатора выпрямляет диодный мост VD2—VD5. Все узлы стабилизатора питаются напряжением +9,2 В, получаемым из выпрямленного с помощью стабилизатора на транзисторах VT3 и VT4. Его значение зависит от напряжения стабилизации стабилитрона VD6.

Поскольку в качестве T1 в конструкции применён маломощный понижающий трансформатор от копировального аппарата "Xerox", рассчитанный на ток нагрузки около 10 мА, ток через стабилитрон выбран очень маленьким — менее 1 мА. Небольшая мощность трансформатора определила и выбор характера звукового сигнала — короткий тональный импульс и длинная пауза.

Можно использовать и более мощный трансформатор, например ТПК-2-12В, рассчитанный на ток нагрузки до 0,21 А. Для самостоятельного изготовления трансформатора подойдёт Ш-образный магнитопровод с площадью сечения центрального стержня 2 см^2. Первичная обмотка должна состоять из 5900 витков обмоточного провода диаметром 0,06 мм. Вторичную обмотку, содержащую 500 витков, наматывают проводом диаметром около 0,2 мм. Пластины магнитопровода собирают вперекрышку. Готовый трансформатор можно покрыть эпоксидным компаундом.

Большинство деталей устройства размещены на монтажной плате размерами 75×45 мм, изображённой на **рис. 2**. На небольших отдельных платах смонтированы резисторы R6, R8 и резисторы R1, R2 с варистором RU1. Использована также готовая плата от сетевого адаптера, на которой установлены диоды VD2—VD5 и конденсатор C3. Все эти платы после изготовления покрыты со стороны монтажа влагозащитным лаком, например XB-784. Вместе с трансформатором T1 они размещены в пластмассовом корпусе размерами 160×110×32 мм от приёмника охранной сигнализации RR-701R.



Рис. 2



Рис. 3

Газорезистор B1, извлечённый из видеомагнитофона Funai, закреплён на массивной металлической пластине и вместе с ней помещён в пластмассовый корпус размерами 46×42×15 мм (**рис. 3**) с отверстиями для доступа воздуха. Чувствительность его значительно выше, чем у отечественного газорезистора ГЗР-2Б, применённого в конструкции, описанной в статье "Светозвуковой сигнализатор выкипания воды" ("Радио", 2004, № 12, с. 42, 43). Тем не менее ГЗР-2Б и другие аналогичные газорезисторы могут работать и в описываемом сигнализаторе.

В устройстве могут быть применены постоянные резисторы любого типа (МЛТ, С1-4, С1-14, С2-23). Желательно, чтобы резисторы R1 и R2 были невозгораемыми. Подстроечный резистор R3 — миниатюрный в корпусе, защищающем его от внешних воздействий. Крайне нежелательно использовать подстроечные резисторы открытого исполнения (например, СП3-38) из-за их низкой надёжности. Варистор RU1 — HEL14D471K или другой дисковый с классификационным напряжением 470 В.

Оксидные конденсаторы — К50-68, К53-19, К53-30 и их импортные аналоги. Конденсатор C8 должен быть с малым током утечки. Экземпляр, использованный автором, имеет ток утечки менее 10 нА при напряжении 18 В. Остальные конденсаторы — керамические К10-17, К10-50, КМ-5 или их аналоги. Конденсатор C4 должен быть рассчитан на напряжение не ниже 35 В.

Вместо диодов 1N4002 подойдут любые из 1N4001—1N4007, UF4001—UF4007, а также серий КД208, КД209, КД243. Диоды 1N4148 можно заменить на 1SS244, 1N914, КД510А, КД521А, КД521Б, КД522А, КД522Б. Стабилитрон BZV55C-10 заменяется на TZMC-10, КС210Ц, КС210Ц1, 2С210К1, 2С210К, 2С210Ц, транзисторы 2SC1685 и 2SC2058 — на 2SC1815, 2SC1845, SS9014, а также серий КТ3102, КТ6111, а транзистор 2SA1015 — на SS9012, SS9015, 2SA733 или серий КТ3107, КТ6112. Замена транзисторов 2SC2331 — 2SC2383, SS8050, BD136, BD138, КТ646А, КТ683А. Вместо транзисторов 2SA1273 и 2SA1270 пригодны SS8550, 2SB564, BD231, КТ639А, КТ644А, КТ684А. Следует иметь в виду, что предлагаемые в качестве замены транзисторы могут иметь отличия в типе корпуса и расположении выводов.

Микросхему К561ЛА7 заменят отечественные КР1561ЛА7, Н564ЛА7, 564ЛА7 (две последние в других корпусах) или импортная CD4011A.

Дроссель L1 — малогабаритный промышленного изготовления индуктивностью не менее 100 мкГн и сопротивлением обмотки 3...30 Ом. Кнопка SB1 — ПКн-125.

Излучатель звука HA1 — пьезоэлектрический вызывной прибор телефонного аппарата. Его собственная ёмкость — 0,03 мкФ. Подойдут и другие пьезоизлучатели, даже большей ёмкости, рассчитанные на напряжение не менее 20 В. Несколько таких излучателей можно соединить параллельно. Вместо пьезоизлучателя к выходу прибора можно подключить через неполярный разделительный конденсатор электромагнитный телефонный капсюль или динамическую головку с сопротивлением обмотки не менее 32 Ом, например PQAS57P3ZA-DZ.

Датчик протечки воды можно сделать, например, из пластины фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Фольгу разделяют по ломаной линии зазором на две изолированные части, одна из которых служит электродом E1, а вторая — электродом E2. Чем больше протяжённость зазора, тем выше вероятность того, что первые же упавшие на пластину капли воды попадут на него и замкнут электроды.

Несколько таких датчиков, соединив их параллельно, можно разместить в наиболее опасных, с точки зрения протечки воды, местах, например, под радиаторами отопления, стиральной машиной, сочленениями водопроводных труб. Коробку с газорезистором помещают в наиболее подверженном запотеванию при высокой влажности месте помещения, но не на окне.

Подстроечным резистором R3 устанавливают порог срабатывания сигнализатора. Если "сухое сопротивление" газорезистора B1 восстанавливается после снижения влажности слишком долго, в сигнализатор можно установить резисторы R4 и R5 втрое меньшего сопротивления. Повысить чувствительность датчика протёкшей воды можно увеличением сопротивления резистора R9 до 100 кОм. Подбирая сопротивление резистора R20, можно установить желаемую тональность звуковых сигналов. Для удобства проверки работоспособности и налаживания сигнализатора конденсатор C8 можно временно отключить. ■

Псевдосенсорный выключатель на биполярных транзисторах

Д. ДЕРР, г. Тройсдорф, Германия

Основное преимущество предлагаемого кнопочного выключателя перед известными устройствами подобного назначения на биполярных транзисторах заключается в том, что он практически не потребляет тока в неактивном состоянии. Достигнуть этого удалось применением транзисторов разной структуры. Данное преимущество позволяет использовать его для псевдосенсорного включения и выключения маломощных портативных устройств.

Для начала рассмотрим работу устройства, собранного по схеме, изображённой на **рис. 1**.

Рис. 1

При включении питания оба транзистора VT1 и VT2 закрыты, соответственно потребляемый устройством ток мал. Конденсатор C2 начинает сразу же заряжаться через резистор R4 и сопротивление нагрузки $R_н$. По окончании зарядки конденсатора потребляемый ток уменьшается до минимума, определяемого лишь сопротивлением утечки закрытых транзисторов и оксидного конденсатора C2 (совместно с высокоомным резистором R4). Конденсатор C1 остаётся в разряженном состоянии.

При нажатии на кнопку SB1 происходит быстрая зарядка конденсатора C1 от C2. При этом открывается транзистор VT2, получивший на своей базе через резистор R3 положительное (по отношению к эмиттеру) напряжение. Он подаёт питание на нагрузку $R_н$ и одновременно открывает транзистор VT1, в результате чего устройство само себя удерживает в проводящем состоянии. Бесполезный потребляемый ток в этом состоянии определяется в основном сопротивлением резистора R1 и при указанном на схеме номинале не превышает 0,4 мА.

После отпускания кнопки конденсатор C2 начинает разряжаться через резистор R4 и открытый транзистор VT2. Таким образом, в этом устройстве значения сопротивления резистора R4 и ёмкости конденсатора C2 определяют

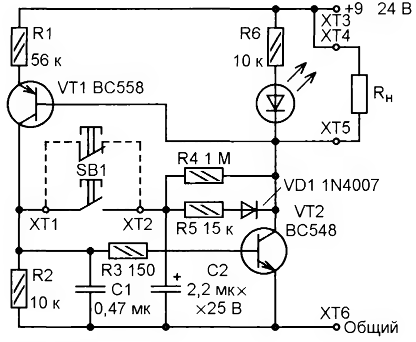


Рис. 2

возможную частоту переключения, составляющую при указанных на схеме номиналах около 1...2 с.

При повторном замыкании контактов кнопки SB1 (при условии, что C2 достаточно разряжен) происходит быстрая разрядка конденсатора C1. В результате оба транзистора закрываются и надёжно удерживаются в этом состоянии за счёт соответственно R2 и $R_н$ до следующего воздействия на кнопку. Конденсатор C2 вновь начинает заряжаться, причём для повторного включения вовсе не обязательно, чтобы он был полностью заряжен, что значительно сокращает промежуток времени между выключением и повторным включением. Цикл работы на этом завершается.

Устройство, схема которого представлена на **рис. 2**, свободно от недостатка, присущего предыдущему. Добавленная здесь цепь R5VD1 ускоряет разрядку конденсатора C2 через открытый транзистор VT2. Причём разрядка происходит настолько быстро, что стало возможным применить в узле кнопку как с замыкающим, так и с размыкающим контактом. Правда, во втором случае несколько возрастает потребление энергии в неактивном состоянии устройства (при замкнутом контакте в цепи $R_н$, R4, SB1, R2 протекает ток около 20 мкА), однако в некоторых случаях предпочтительнее, чтобы включение нагрузки происходило не при нажатии на кнопку, а при последующем её отпускании. Светодиод HL1 служит для индикации включения и вместе с токоограничивающим резистором R6 может быть исключён.

Чертёж возможного варианта печатной платы, пригодной для сборки обоих устройств, показан на **рис. 3**. К деталям каких-либо особых требований не предъявляется, однако желательно, чтобы конденсатор C1 был плёночным. Транзисторы — любые маломощные разной структуры, лишь бы не были превышены максимальные значения напряжения и тока. Сопротивление нагрузки должно удовлетворять неравенству $R_н > R1/h_{21эVT2}$, где $h_{21эVT2}$ — коэффициент передачи тока транзистора VT2.

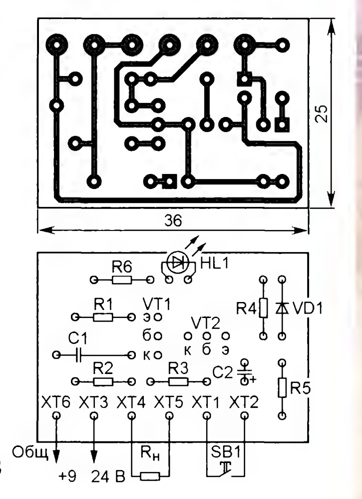


Рис. 3

Выключатель по схеме на рис. 2 уже на протяжении семи лет используется автором для управления реле освещения токарного станка и за это время хорошо зарекомендовал себя в эксплуатации. ■

Питание цифрового мультиметра от литий-ионного аккумулятора

С. ЧЕРНОВ, г. Самара

Цифровые мультиметры М-830, М-838, MY-64 и аналогичные получили широкое распространение в практике радиолюбителей и профессионалов. Для питания подобных приборов используется, как правило, девятивольтная батарея "Крона" (6F22), что не очень удобно вследствие её небольшой ёмкости. Сегодня в продаже появилось большое число литий-ионных аккумуляторов, что позволяет использовать предлагаемое устройство для замены батареи "Крона". Кроме того, за счёт большей ёмкости отпадает необходимость "экономить" батарею, вовремя отключая питание прибора, а зарядка аккумулятора в приборе аналогична зарядке аккумулятора в сотовом телефоне.

В предлагаемой конструкции применён литий-ионный аккумулятор напряжением 3,7 В и ёмкостью 750 мА·ч. По длине и ширине он совпадает с размерами "Кроны", но тоньше её в два раза, что позволило в батарейном отсеке разместить ещё и преобразователь напряжения. Размеры аккумулятора особой роли не играют, поскольку его можно приклеить к крышке прибора в любом свободном месте.

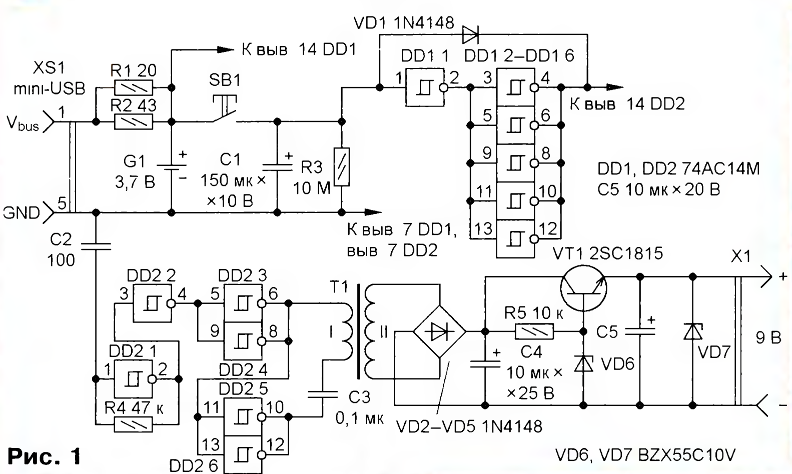


Рис. 1

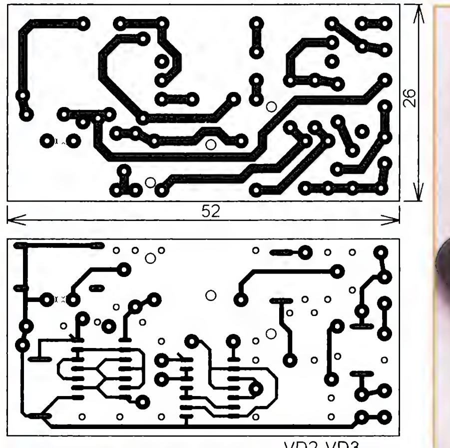


Рис. 2

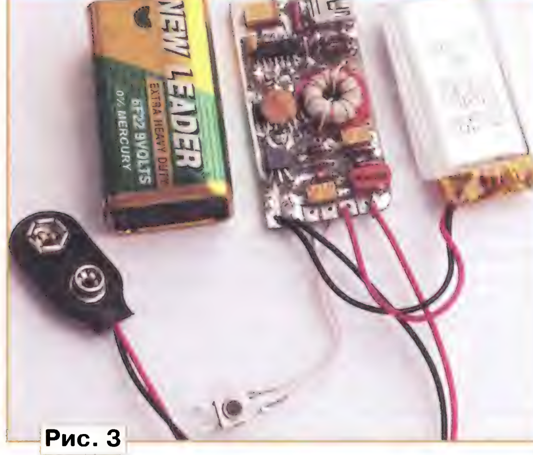


Рис. 3

На **рис. 1** показана схема преобразователя для питания мультиметра. Преобразователь состоит из двух частей: таймера на микросхеме DD1, аналогичного описанному в [1], и собственно самого преобразователя, аналогичного описанному в [2], собранному на микросхеме DD2, трансформаторе T1, выпрямителе на VD2—VD5 и параметрическом стабилизаторе VD6, VT1.

Таймер запускают нажатием на кнопку SB1, установленную под осью переключателя пределов измерения мультиметра. Время выдержки таймера при указанных на схеме номиналах — 16...18 мин.

Питание с выхода таймера поступает на преобразователь, работающий на частоте около 200 кГц. Преобразователь выдаёт напряжение 9 В при токе до 10 мА, достаточном для работы прибора на любом пределе измерения. В выключенном состоянии таймер практически не потребляет тока, поэтому в отдельном механическом выключателе питания необходимости нет.



Рис. 4,а

Для питания устройства необходим литий-ионный аккумулятор только со встроенным модулем защиты. При уменьшении напряжения на выводах аккумулятора ниже 2,35...2,45 В происходит его отключение от нагрузки и далее возможна только его зарядка. В режиме зарядки при повышении напряжения на его выводах более 4,2...4,4 В аккумулятор отключается от зарядного устройства и в дальнейшем возможно только питание нагрузки.

Модуль защиты, как правило, собран на небольшой печатной плате, закреплён на выводах аккумулятора и защищён изоляционной плёнкой. Удобно использовать аккумуляторы, применяемые в MP3-плейерах. Они все содержат встроенный модуль. Также возможно применение аккумулятора и от сотового телефона, например, Nokia BL-4C.

Применение аккумулятора без цепей защиты в предлагаемой конструкции невозможно, поскольку только с их помощью осуществляется управление зарядкой. Заряжать прибор можно, например, от компьютера через USB-разъём. Ток зарядки определяют резисторы R1 и R2. При полностью разряженном аккумуляторе он примерно равен 180 мА. По мере зарядки ток уменьшается. Продолжительность зарядки — приблизительно 4...5 ч.

Устройство собрано на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой представлен на **рис. 2**. В отверстия, обозначенные точками, вставляют отрезки лужёного провода и пропаивают с обеих сторон платы. В конструкции использованы детали для поверхностного монтажа: микросхемы DD1, DD2 — 74AC14M, танталовые конденсаторы С1 (в корпусе D), С4, С5 (в корпусе С). Керамические конденсато-



Рис. 4,б

ры С2, С3 — любые выводные, резисторы — любые малогабаритные выводные. Трансформатор Т1 наматывают на кольцевом магнитопроводе К10×6×3 из феррита 2000НМ, кромки которого притупляют надфилем. После этого кольцо обматывают фторопластовой липкой лентой. Первичная обмотка содержит 13, а вторичная — 60 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,2 мм, равномерно распределённых по периметру кольца. Разъём XS1 — пятиконтактная mini-USB розетка для поверхностного монтажа. При отсутствии ошибок в монтаже и исправных деталях устройство налаживания не требует.

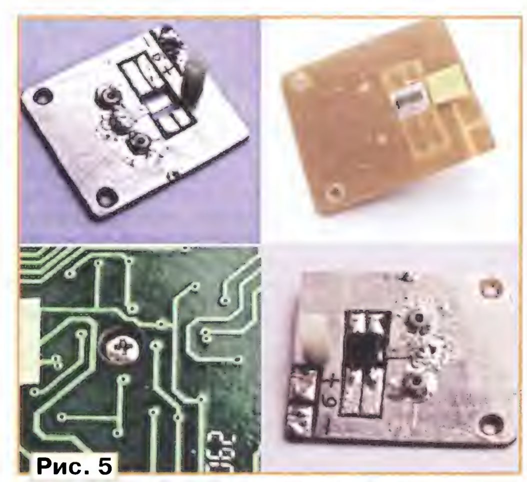


Рис. 5



Рис. 6

Собранную плату с аккумулятором устанавливают в батарейном отсеке деталями вниз. Внешний вид конструкции показан на **рис. 3**.

Корпус приборов М830, М838, MY64 и им аналогичных является частью переключателя пределов измерения. Шток переключателя обладает возможностью вертикального перемещения, что и использовано в этой конструкции для включения прибора. Перемещение невелико — около 1 мм, но этого вполне достаточно для надёжного срабатывания кнопки SB1.

На **рис. 4**,а показан вариант установки кнопки запуска для М-830, М-838, а на рис. 4,б — для MY-64. Под головку кнопки необходимо установить скобу, изготовленную из контакта реле, для исключения её износа при вращении оси переключателя. Желательно в ось переключателя завинтить саморез подходящего размера для повышения износоустойчивости. Для М-830, М-838 на плате также необходимо установить стойку из диэлектрика (белая стойка на плате, рис. 4,а) — это третья точка опоры для платы. Она упирается в крышку прибора. Её высоту подбирают экспериментально по устойчивому срабатыванию кнопки. На **рис. 5** показан вариант готовой платы с кнопкой.

В заключение вырезают отверстие в корпусе прибора для подключения кабеля USB к разъёму XS1 и производят окончательный монтаж (**рис. 6**). При монтаже особое внимание и осторожность требуются при подключении аккумулятора к плате. Ток короткого замыкания может привести к выходу из строя элементов защиты аккумулятора. Показанная на рис. 6 перемычка, замыкающая резисторы R1 и R2, предназначена только для зарядки аккумулятора от отдельного зарядно-разрядного устройства, и для зарядки от USB-порта компьютера в ней нет необходимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Таймеры отключения питания в цифровом мультиметре. — Радио, 2001, № 9, с. 28.

2. **Зорин С.** Сетевой блок питания для мультиметра. — Радио, 2006, № 8, с. 21—23.

Игрушка-сувенир "Маятник"

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Устройство предназначено для релаксации, снятия усталости и раздражённости — минутного отвлечения от дел "насущных". Принцип её работы следующий. Механический маятник — стальной шарик на проволоке прикреплён к ротору вибрsérie звонка. При совпадении частот собственных колебаний маятника и импульсов тока, протекающего через вибрsérie звонок, колебания маятника становятся устойчивыми и незатухающими. Поэтому задача "отвлекаемого" — запустить маятник и добиться его стабильной работы.

Схема устройства показана на **рис. 1**. В его состав входит генератор импуль-

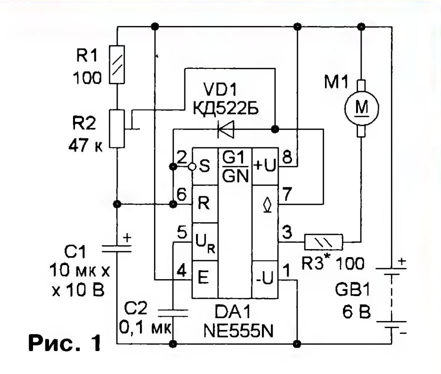


Рис. 1

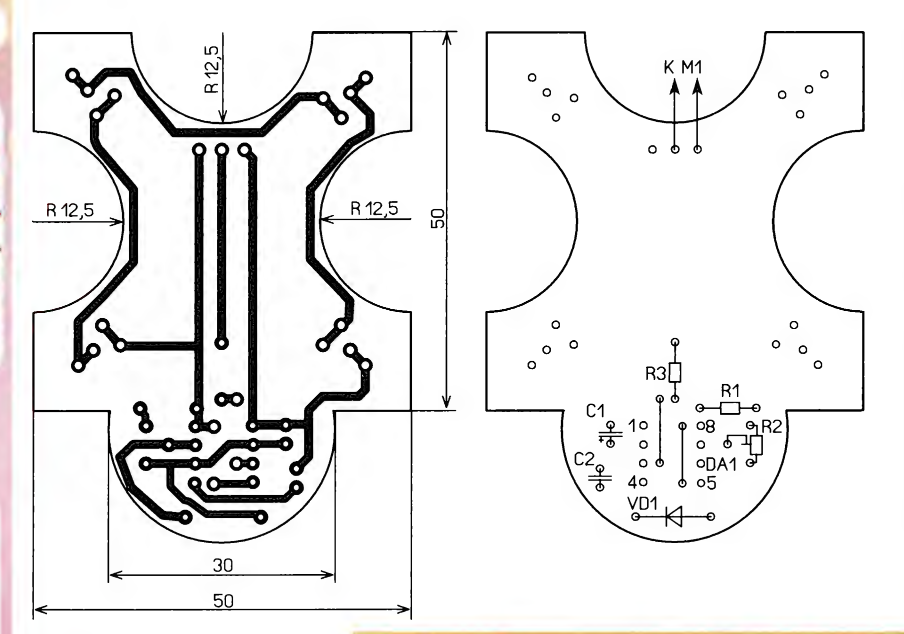


Рис. 2

сов на таймере DA1, нагрузкой которого служит виброзвонок M1 от сотового телефона. Подстроечным резистором R1 регулируют скважность и в небольших пределах частоту следования импульсов тока, а его амплитуду устанавливают подборкой резистора R3. Выключателя питания нет, поэтому отключение маятника проводят извлечением одного гальванического элемента из держателя.

Большинство элементов размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. Изготовление устройства (**рис. 3**) начинают с изготовления собственно маятника. Стальной "позолоченный" шарик 3 (пуля для пневматического пистолета) припаивают к отрезку стальной проволоки 4 диаметром 0,5...0,7 и длиной около 85 мм. Второй конец отрезка припаивают к ротору виброзвонка 6. В центр основания 10 (ротор от двигателя вращения дисков компьютерного DVD-привода) вставляют стойку 5 (металлическая направляющая для скольжения лазерной головки DVD-привода компьютера). На стойку 5 с небольшим усилием надевают пластмассовую втулку 7 (стойка-крепление подходящих размеров от пластмассового корпуса бытовой РЭА). Верхнее основание втулки 7 круглым надфилем растачивают под корпус виброзвонка 6 и затем его приклеивают к ней.

На основание 10 приклеивают переходную печатную плату 9 (изготовлена из отрезка стеклотекстолита). Выводы виброзвонка и переходную плату соединяют двумя "пружинными" проводами 8, которые изготовлены из провода ПЭВ диаметром 0,2...0,3 мм. Предварительно они навиты на стойку 5 и растянуты до нужной длины. Основанием устройства служит печатная плата 1, к которой приклеены резиновые опоры 2 (3 шт.) — отрезки резиновой трубки, извлечённой из привода автомобильного CD-проигрывателя. Со стороны размещения элементов к плате припаивают скобу 11 (4 шт.) и перемычку 12 (4 шт.), образующие держатель элемента питания (LR44). Скоба и перемычка изготовлены из стальной проволоки от канцелярских скрепок. Готовый маятник приклеивают к плате после того, как убедятся в работоспособности электронной части устройства.

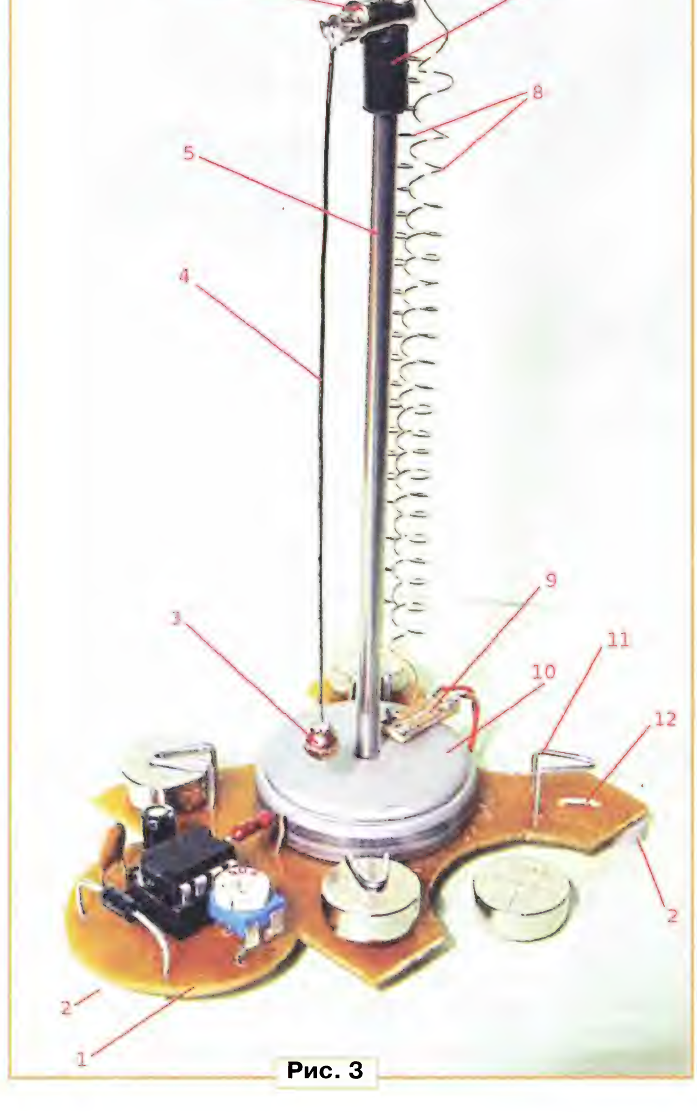


Рис. 3

Для налаживания резистор R3 временно заменяют переменным с сопротивлением 100...220 Ом. Движки подстроечного и переменного резисторов устанавливают в среднее положение и после подачи питания поочерёдно вращают, добиваясь желаемых колебаний маятника. Частоту импульсов тока можно изменить подборкой конденсатора C1. Уменьшение ёмкости приводит к увеличению частоты. После этого переменный резистор заменяют постоянным соответствующего сопротивления. В зависимости от настроек маятник качается с углами отклонения от вертикали 10...80°. Потребляемый от источника питания ток носит импульсный характер, его амплитуда — 10...30 мА. Частота колебаний маятника — около 2 Гц.

От редакции. *Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/01/mayatnik.zip*** *на нашем FTP-сервере.*



Первые шаги на коротких волнах

Ф. Лбов



Первый советский коротковолновик Ф. А. Лбов у собранного им передатчика (1925 г.)

К концу 1924 г. в мире насчитывалось уже несколько десятков тысяч любительских радиостанций — только в США их было более 10 тысяч. Среди немногих стран, не представленных пока в любительском эфире, была и такая огромная страна, как Советский Союз, на долю которой выпали и события 1917 г., и последовавшая за ними гражданская война...

Декреты 1923 г. и 1924 г. открыли дорогу к коротковолновому радиолюбительству в нашей стране. Дело теперь было совсем за малым — за появлением первой, как тогда говорили, частной радиостанции. Произошло это 90 лет назад, в январе 1925 г. — в международном эфире прозвучал позывной R1FL (Россия Первая Фёдор Лбов).

Сигналы маломощного нижегородского передатчика сразу были приняты в далёком Ираке. Это был наш первый рекорд в любительской связи и ассоциируют его обычно с Фёдором Лбовым, что естественно — его имя и фамилия прозвучали в позывном! Между тем в создании передатчика и в его использовании самое непосредственное участие принимал и коллега Лбова по нижегородской лаборатории Владимир Петров. Это никогда не было тайной, но как-то со временем позабылось. Хорошо об этом периоде написано в статье самого Фёдора Лбова, опубликованной в связи с 15-летием КВ радиолюбительства в СССР в журнале "Радиофронт" № 9 за 1940 г. (Стиль оригинала статьи сохранён).

В конце мая 1924 г. президиум Нижегородского Губисполкома выдал разрешение на "радиотелефонную станцию с передатчиком мощностью до ½ л. с. и длиной волны не свыше 200 m для любительских целей и опытов по радиопередаче и приёму".

Это было на заре радиолюбительства. В городе, над самой Волгой, в здании общежития семинаристов работала радиолаборатория им. Ленина. Набережную украшали две железных мачты с антеннами, в окнах здания светились малоизвестные тогда электронные лампы, а с крыши начинал кричать громкоговоритель.

Журналы "Техника связи", "Радиолюбитель" и ряд иностранных журналов сообщили об успехах коротковолновой любительской связи за границей.

У нас короткие волны использовались только для лабораторных целей. В исследовательских учреждениях собирались генераторы на кв и даже укв. В Нижегородской радиолаборатории проф. Татаринов применял волны до 2,4 m для разработки антенн длинноволновых станций на моделях. Однако никто ещё не пытался дать CQ на коротких волнах.

Работая в радиолаборатории им. Ленина, я читал иностранные журналы. В немецких и французских разбирался сам, с английскими справлялся мой товарищ по радиолаборатории В. М. Петров. Днём я занимался конструированием дешёвого приёмника, чтобы слушать Коминтерн, В. М. Петров — измерением сеточных токов в новых лампах М. А. Бонч-Бруевича. Вечерами мы решили у меня дома заняться короткими волнами. Условились, что на мне будет лежать вся "материальная часть" и ответственность (разрешение Губисполкома было дано мне), а В. М. Петров будет действовать ключом: он перед этим слушал много КВ-станций, владел Морзе и освоил любительский код.

Первый передатчик был собран на столе: запросто лежала на нём спираль контура, разделительные конденсаторы, всё это было соединено между собой летучими проводами. Две лампы-десятиваттки, какие радиолаборатория выпускала для телефонных трансляций, накаливались от аккумулятора 6 V. Анодное напряжение они получали от 400-V мотора, обращённого в динамо. Всё оборудование помещалось в каморке, отделённой в сенях. Площади в 4 m² было довольно, но климат в "лаборатории" был плох. Маленькая печь создавала нестерпимый зной на уровне головы, зато ноги застывали даже в валенках.

Часов в одиннадцать вечера 15 января 1925 г. "загнали" в антенну около ампера и решили поработать ключом. Тут же пришлось изобрести позывной — русская, первая, ФЛ — R1FL (его после некоторые читали "рифль"). В течение

получаса с немалым волнением В. М. отстукал несколько раз CQ, сообщая qra и pseqsl и qrk, потому что волномера в те дни у нас еще не было.

Через двое суток ночью меня разбудил неожиданный стук в дверь. Прибыла совершенно удивительная телеграмма по-английски, из которой можно было понять, что наше CQ принято громко неким GHH2, qra которого — Schergat.

Телеграмма произвела на нас обоих совершенно ошеломляющее впечатление. Стали искать, что такое Schergat, где он? Мысль, что связь дальняя, никак не укладывалась в сознании, и в числе разных предположений было высказано и такое: живёт в г. Сергаче (Нижегородской губ.) бывший военный радист, услыхал нас и прислал депешу по-английски, чтобы нас не выдать.

GHH2 сообщал, что будет нас слушать в 18 GMT, поэтому мы его звали 18 января. В следующую ночь была получена служебная телеграмма, указывающая, что первая телеграмма была из Schergat (местечко близ Мосула — Ирак). Отыскав во Всемирном Атласе пункт, указанный в телеграмме, мы прикинули расстояние. Оказалось неплохо — около 2500 km. Тогда о произведённом опыте было рассказано М. А. Бонч-Бруевичу, который, как и все другие специалисты радиолаборатории, принял это известие с большим оживлением. Радиолаборатория в то время подготовляла серию систематических опытов связи на коротких волнах. Опыты велись в феврале-марте 1925 г., и передатчик радиолаборатории был слышен на всём земном шаре.



Нижегородский радиолюбитель В. М. Петров — первый оператор коротковолновик (рисунок из журнала "Радиофронт", 1939, № 15-16)

Передатчик R1FL был тут же упорядочен, собран на деревянной панели, накал ламп переведён на переменный ток.

В феврале, марте опыты продолжались, передачи R1FL были приняты под Парижем, в Лондоне, а затем по мере укорочения длины волны QSL потекли отовсюду, вплоть до Австралии.

"Wireless World" в февральском номере 1925 г. писал:

"Русский любитель услышан. Рано или поздно русские любители должны были заставить Западную Европу их услышать. Это, очевидно, произошло впервые при посредстве передатчика в Нижнем Новгороде, его позывные R1FL сигналы были приняты в 9.20 вечера GMT 19 января".

К этому периоду относится и моя первая встреча с самым знатным радистом и радиолюбителем СССР — Э. Т. Кренкелем. Он приезжал в Нижегородскую радиолабораторию познакомиться с её работами в области кв-связи, охотно беседовал с молодёжью, рассказывал ей о практике полярных зимовок. В моей рабочей книжке сохранился записанный рукою тов. Кренкеля его адрес: до 15 июля — Москва, а с августа — Маточкин Шар...

Построенный 0-У-2 дал возможность вести регулярно QSO. С июля 1927 г. мне было поручено строить радиовещательный узел — студию, усилители, радиостанцию для Губисполкома. В это дело пришлось уйти целиком, и с тех пор передатчик R1FL замолк. К тому времени в эфире говорили уже сотни советских любителей.

НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ

Молодёжные, на кубок А. С. Попова

Организаторы соревнований Black Sea Cup International, выбирая "свободый уикенд", не так давно наложили их на наш традиционный YOC CONTEST (теперь — Молодёжный кубок А. С. Попова). Наложили, не следуя рекомендациям Международного радиолюбительского союза... Чтобы избежать конфликта, который так или иначе влиял бы на результаты спортсменов, решивших принять участие в обоих соревнованиях, мы на два часа сдвинули начало наших соревнований. Дата проведения — первая суббота февраля — осталась прежней. Теперь у спортсменов есть целый час, чтобы отдохнуть и перенастроить при необходимости аппаратуру.

В этом году Молодёжный кубок А. С. Попова будет проходить 7 февраля с 7 до 11 UTC на диапазонах 20, 40 и 80 метров. Вид работы — SSB.

Участники молодёжных групп соревнований (юноши и девушки 1996 г. рождения и моложе) соревнуются в трёх зачётных группах: радиостанции с одним оператором, радиостанции с несколькими операторами, наблюдатели. Взрослые спортсмены могут выступать в двух группах — радиостанции с одним оператором и радиостанции с несколькими операторами. На станциях с несколькими операторами может работать два или три оператора. Во всех группах есть только многодиапазонный зачёт.

Изменения в положение о соревнованиях не вносились.

Победители соревнований по молодёжным группам (первые три места) будут отмечены памятными призами — кубками за первое место и плакетками за второе и третье места.

Крайний срок высылки отчётов — 22 февраля.

Для работы в этих соревнованиях не подходят обычные контест-программы. UW5M разработал контест-программу для использования в соревнованиях с обменными контрольными номерами.

В заархивированной форме её можно скачать по ссылке **http:/www.radio.ru/cq/Contest_v.zip** (объём — около 700 кбайт). Её помещают в отдельную папку и запускают exe файл, который распаковывает программу. После запуска исполняемого файла "Contest" открываются четыре окна: основное — "Молодёжный кубок А. С. Попова" (для ввода данных о связях), "Позывные" (подсказка позывных), "Статистика" (текущие результаты по диапазонам) и "Список связей" (введённые данные). Если открылись не все окна (кроме основного), остальные можно включить, воспользовавшись выпадающим меню "Окна" в основном окне.

Перед началом работы необходимо убедиться, что клавиатура компьютера переключена на режим ввода букв латинского алфавита. Формирование отчёта идёт через выпадающее меню основного окна "Соревнования".

S.K.



На 75-м году ушёл из жизни ***Юрий Петрович Старостин*** — человек, так много сделавший для развития радиоспорта в нашей стране, в особенности многоборья радистов. Выдающийся спортсмен, он уже в 1966 г. занял лидирующее место в сборной страны, став сильнейшим многоборцем Европы.

Позже, перейдя на тренерскую работу, Юрий Петрович щедро делился своим богатым опытом с молодыми коллегами и не только в процессе работы со сборной страны. Многочисленные его статьи в журнале "Радио" помогли встать на ноги многим молодым радиомногоборцам.

Список почётных званий Юрия Петровича говорит сам за себя — почётный мастер спорта СССР, заслуженный тренер России, спортивный судья всероссийской категории по радиоспорту, "Почётный радист" страны, не говоря уже о многочисленных спортивных наградах в самых престижных международных соревнованиях по радиоспорту.

RI0X — остров Карагинский

Василий СУХАНОВ (RA1ZZ/3), г. Москва

Артёмыч и его товарищ на грузовой машине отвозят нас и оборудование к судну. На попытки отблагодарить Артёмыча и водителей небольшой суммой денег получаем категоричный отказ.

Быстро грузим наши вещи на борт судна, и я иду беседовать с директором Романом — расплачиваться за катер. Я и все члены команды надеются, что удастся договориться насчёт скидки. После продолжительного общения он входит в наше бедственное финансовое положение, и мы договариваемся о сумме в 40 тысяч рублей.

Пять часов в пути на катере проходят не так утомительно. Периодически выходим из кубрика на палубу посмотреть, насколько мы приблизились к нашей заветной цели. Остров просто огромен — он впечатляет своими размерами. Капитан держит курс на южную часть острова. Вот в бинокль уже можно разглядеть 100-метровые вышки, которые использовались в советское время в качестве фазированных антенн для связи с военными судами. Где-то рядом с одной из вышек мы и будем располагаться. Андрей (R9XC) где-то достал точную карту и распечатал её. На ней были обозначены даже дороги на острове, поэтому мы точно знали, где нам нужно высадиться.



Наконец-то свершилось — мы высаживаемся на остров!

Возле нас кружит огромное количество чаек. Наше судно также тревожат небольшие стаи птиц, которых местные называют "ара". Они очень походят на маленьких пингвинов — тоже не умеют летать, но быстро передвигаются по поверхности воды, хлопая крыльями, или резко уходят под воду при нашем приближении к ним.

*Окончание.
Начало см. в "Радио", 2014, № 12, на 2-й с. обложки и с. 51*

Киль катера коснулся мели, и старпом кинул якорь примерно в десяти метрах от берега. По цепочке перегружаем оборудование — двое на катере, один на лестнице, спущенной с носа судна, и двое на берегу. Чтобы не замочить штаны, раздеваемся до трусов.

На берег подъезжают двое рыбаков (Николай и Сергей) на квадроцикле, которые промышляют на острове. Знакомимся. Они возвращаются обратно к дому, чтобы сообщить маячнику Александру о нашем прибытии. Вскоре Николай и Сергей вновь приезжают на побережье, чтобы проверить ловушки для крабов, а следом — и "хозяин" острова Александр на УРАЛе. Грузим в прицеп всё оборудование и размещаемся в машине — кто-то в кабине, кто-то между кабиной и цистерной, а Виктор (UA3AKO) на сиденье, которое закреплено на самом верху цистерны. От места высадки до домика, где мы будем располагаться, около четырёх километров.

Всё как в Москве — загружаемся в местное "такси".

Александр размещает нас в двух смежных комнатах здания бывшей погранзаставы. В комнатах есть всё нам необходимое — несколько кроватей, пара столов и стульев и даже электрическая плитка. Быстро наводим порядок в комнатах, достаём и подключаем аппаратуру. Запитываемся от общего дизель-генератора. Первым делом ставим всё тот же вертикал на 20 метров, чтобы начать работать в эфире — ведь нас уже заждались.

27 августа в 08.46 UTC на частоте 14060 кГц звучит первое CQ RI0X UP1. Сразу зовёт Константин (RW3DD), приветствуем его и поздравляем с первым QSO. Слышно совсем негромко, с замираниями, но уверенно. Константин забрасывает информацию в кластер и тут же возникает свалка. Чувствуется, что прохождение хуже, чем вчера, но владельцы хороших сетапов работают с нами без особых проблем. Сплит растягивается на 5 кГц. Зовёт очень много японцев, закрывая своими сигналами Европу. Звучит тост за первое QSO — не без этого! Небольшой перекус, и пока один из членов команды — в эфире, идём разворачивать второе рабочее место и ставить остальные антенны.

На наше счастье, у нас была возможность использовать 100-метровую изолированную мачту в качестве антенны, о которой мы говорили ранее. Она не была в резонансе ни на одном диапазоне, тем не менее КСВ был приемлемым для работы с усилителем. Так как на Карагинском был уже поздний вечер, мы стали пробовать работать на НЧ. Включаем диапазон 160 метров и проводим QSO с RA0ZN, но больше никто не отвечает. На 80 метров станций больше, но в основном только Дальний Восток. Проводим первое QSO с UA0IDZ/0/p, который в данный момент находится в Якутии. Слышит он нас плохо, с рапортом 339, несмотря на то что здесь он идёт 599++. Только по завершении QSO увидели, что забыли подключить антенну и сработали с ним на двухметровый кусок кабеля...

Тем временем охотники за крабами вернулись с уловом. Пара десятков огромных крабов были сварены в большом котле, находящемся рядом с домом. Это был настоящий пир для нас! Крабами объелись так, что на следующий день их уже никто не ел.

На следующее утро поставили однодиапазонный GP на 40 метров, GAP Titan DX — многодиапазонный вертикал на 40—10 метров и растянули несколько противовесов на НЧ-диапазоны для 100-метровой мачты. К сожалению, засветло не успели поднять Spider. Антенны разнесли на максимальное расстояние друг от друга, чтобы была возможность работать одновременно

на нескольких диапазонах, не создавая друг другу помехи.

Запустили третье рабочее место, но, к сожалению, на нём не заработал усилитель. Чувствовалось, что прохождение значительно хуже, чем было в Оссоре, в наилучшее время на ВЧ (европейский санрайс) удаётся держать высокий темп, но когда прохождение заканчивается, становится очень тяжело вытягивать слабые сигналы с уровнем ниже S0. На ВЧ прохождение отсутствует. Как мы узнали позже, во время нашего пребывания на острове была сильная магнитная буря, которая значительно повлияла на прохождение в высоких широтах.

Сотовое покрытие на острове практически отсутствовало. Связь появлялась только в хорошую, ясную, погоду, если залезть на крышу здания или на мачту. При этом GPRS-интернет полностью отсутствовал, поэтому мы не камня тоже была необычная — верхний слой потрескавшийся, как скорлупа. А в центре камня ядро тёмно-коричневого цвета, отделяемое от "белка". Это, конечно, моё личное предположение, но очень напоминает яйцо динозавра. Некоторое время назад я смотрел передачу, в которой рассказывалось о находке при раскопках окаменелых яиц динозавра в Пензенской области. Эти камни были очень похожи на те, что показывали в передаче.

Также на берегу лежит очень много китовых костей. Скорее всего, это результат когда-то процветавшей здесь охоты на этих млекопитающих. Беру с собой один китовый позвонок размером с небольшой пуфик на память.

Ночью и на рассвете, благодаря усилиям Александра (RA3AV), лог пополняется несколькими связями с Европой на 160 метрах и несколькими десятками QSO на 80 метров. Есть также связи с Северной и Южной Америкой и Океанией. Японию и весь Дальний Восток слышно хорошо на всех диапазонах. Мы постарались уделить внимание не только ВЧ-диапазонам, но и трудным связям на НЧ, так как данная территория является отдельной страной на диплом Р-150-С.

Рано утром следующего дня ставим один из двух привезённых спайдеров на диапазоны 10, 15 и 20 метров.

Или за счёт того, что прохождение улучшилось, или за счёт эффективной антенны, а скорее всего, и того и другого, нас стали звать гораздо лучше. Стало хорошо слышно восточное побережье США. К вечеру мы также ощутили разницу и в европейском направлении, зов был масштабнее, чем в первые часы работы в эфире. К тому же многие "охотники" из Японии уже провели до этого QSO с нами, и мы имели возможность практически беспрепятственно работать с Европой.


Общий вид нашего "лагеря" с 100-метровой мачты.

имели возможность заливать наши логи. Тем не менее погода нас в основном радовала, и мы имели возможность делиться новостями с нашими пилотами по телефону.

Решаем прогуляться с Андреем по восточному побережью острова со стороны Тихого океана. По словам местных старожил, там можно найти много интересных артефактов, выброшенных морской волной на берег, начиная от обломков судов, кончая личными вещами канадских моряков. Нам не повезло с находками, сотворёнными человеческими руками, за исключением многочисленных буйков, поплавков и большого количества новых корейских маркеров (наверное, потеряли по дороге). Зато обнаружили необычные камни, которые торчали из постепенно обваливающегося берега на расстоянии примерно 10...15 м от поверхности. Часть таких камней лежала на берегу. Необычность их заключалась в том, что большинство из них было почти правильной овальной формы, напоминающей яйцо, только очень большое. Иногда встречались расколотые камни. Сама структура


Установлен "Робинзон" на диапазоны 10, 15 и 20 метров.

Тем временем мы получили информацию от Валерия (UA0ZC), что наше судно, на котором мы пришли сюда, уже находится под погрузкой в Оссоре. Опять перед нами встаёт непростой выбор — либо мы заканчиваем нашу экспедицию с тремя тысячами связей и отплываем с острова, либо ждём другое судно, которое, теоретически, тоже готово нас забрать. Но когда оно будет в этих краях, неизвестно. На общем собрании принимаем решение, что часть нашей команды (именно RA1ZZ и UA1ZZ), которая должна из-за работы вернуться домой в планируемые ранее даты, покинет остров на этом судне с частью оборудования. А остальные продолжат работу в эфире и уйдут на другом судне, которое покинуло пару дней назад Петропавловск-Камчатский и держит курс на Оссору. Но, чуть позже, по эфиру поступает оперативная информация от Валерия, что второе судно уже прибыло в Оссору и планирует выход обратно завтра. Связываемся напрямую с капитаном этого судна, и он подтверждает информацию. Меняем наши планы, и всей командой остаёмся на острове ещё на один день.

На следующий день решаем прогуляться до маяка, который расположен на небольшом холме южнее казармы.

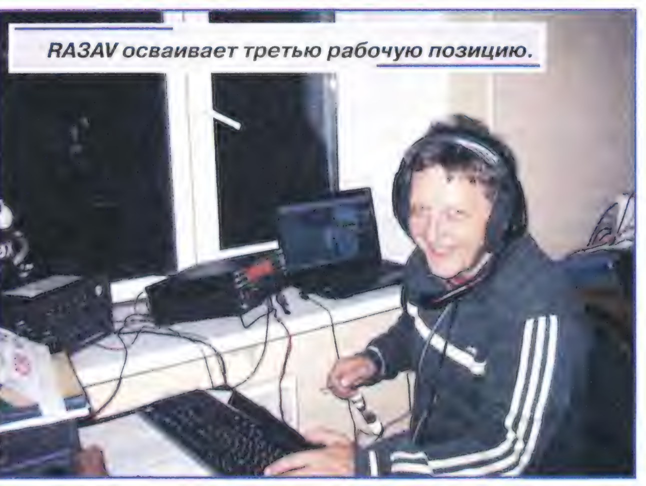
Александр предупреждает нас о том, что на острове поселились медведи, в том числе и в той части острова, где мы находимся. Эта часть острова представляет собой тундровую равнину, поэтому в случае опасности спрятаться будет негде. Нам не посчастливилось в этот раз встретиться с "мохнатым другом", но мы видели его следы. Также много оленьих следов, которые густо населяют западную часть острова, где когда-то были оленьи пастбища. Сейчас они расплодились, одичали и разбежались по острову.

Пока дошли до маяка, вдоволь наелись ягод. Ягод здесь просто море — морошка, брусника, черника, голубика. Причём все эти ягоды растут рядом друг с другом, вперемешку. Пройдя сто метров, не важно, в каком месте и в каком направлении, можно насобирать по ведру каждой ягоды. Несмотря на отсутствие деревьев, как таковых, очень много грибов. В основном подосиновики, моховики и подберёзовики. Александр говорил, что есть и белые. Ввиду отсутствия леса, соответственно и листвы, грибы искать не надо — их видно издалека.

С периодичностью в два часа залезаем на крышу, а при отсутствии покрытия, чуть повыше, на вышку, чтобы связаться с капитаном судна и уточнить время отплытия. Важно было не упустить момент, когда судно будет готово покинуть Оссору, так как того времени, пока они идут до острова, нам как раз должно хватить на свёртывание антенн и оборудования. Когда точно они покинут порт, капитан не знает, поэтому постоянно названиваем ему, так как заранее сворачиваться нельзя — важен каждый час в эфире, ведь многие охотники ещё не успели с нами провести QSO.

Наконец, в шесть утра по местному времени, при очередном звонке получаем информацию, что судно выходит с Оссоры. Авинир (UA1ZZ) продолжает работу в эфире на "стационарную" 100-метровую антенну, а мы в быстром темпе сворачиваем оборудование и антенны. Прохождение "разыгралось" и Авинира в последние часы "рвут на части" на диапазоне 30 метров. Все остальные были заняты упаковкой оборудования, и некому было подсказать ему, как на К3 сделать сплит...

Спустя четыре часа всё упаковано и загружено в прицеп ЗИЛа. Оставляем в качестве небольшого презента Александру запас еды и алкоголя, который мы не истребили, находясь на острове.


RA3AV осваивает третью рабочую позицию.

По договорённости с капитаном судна они должны подойти максимально близко к берегу, а мы на резиновой лодке, за несколько заходов, переправим оборудование на борт. Как сказал капитан при телефонном разговоре, они смогут подойти к берегу на 10 метров (как потом оказалось, они имели в виду глубину, а мы подразумевали расстояние от берега).

По дороге к месту высадки мы замечаем на горизонте, со стороны Оссоры, небольшой объект, который постепенно увеличивается в размерах, и становится понятно, что это именно то судно, которое идёт за нами. Мы радовались этому событию, как настоящие робинзоны, которых оставили на острове на год! Судно постепенно приближалось к острову, что вселяло уверенность, что мы не останемся здесь и скоро вернёмся домой.

Мы приехали на берег, разгрузились и стали ждать. Тем временем "наш" корабль, не дойдя до нас примерно три километра, сменил курс, проплыв чуть дальше от места, где мы выгрузились, и встал на якорь. Нам не понятно, почему они не двигаются в нашем направлении? Ждут прилива? Не видят нас? Надеются, что мы на резиновой двухместной лодке сами доплывем к ним?

Попытки привлечь внимание жестами и свистами не увенчались успехом. Мобильная связь отсутствует. Мы были предупреждены, что из-за нас судно долго стоять не будет — если мы вдруг будем не готовы к отплытию, нас ждать не будут. Время идёт, а ничего не происходит, и мы начинаем волноваться.

Других вариантов нет — прыгаем с Виктором в лодку и гребём до судна. Резиновая бескилевая лодка очень неустойчива сама по себе — чуть сильнее махнёшь веслом, и её начинает крутить, а тут ещё волна и ветер — сильно разогнаться не получается. Тем не менее после полуторачасовой гребли мы достигаем судна.

Поднимаемся на борт и беседуем с невыспавшимся капитаном. Оказывается, они не заметили нас на берегу и встали в бухте в ожидании, что мы сами доплывём к ним. "Ещё полчаса, и мы бы пошли дальше", — говорит капитан.

Показываем штурману на то место, где мы выгрузили оборудование — да, действительно, с корабля нас почти не видно. Штурман ведёт судно на малой скорости и смотрит на эхо-локатор, показывающий глубину — 12, 11, 10, 9 метров. Всё, стоп, кидаем якорь, ближе подойти не можем, а расстояние до берега примерно триста метров.

Прыгаем обратно в лодку и плывём к берегу. Нам предстоит проделать на вёслах пару десятков ходок, чтобы переправить оборудование и перебраться самим.

Поднимается ветер, образуется волна и справляться с лодкой получается всё сложнее. Для упрощения процесса переправы принимаем инженерное решение натянуть верёвку между берегом и судном и по верёвке, перебирая руками, курсировать туда-обратно. Так действительно легче, но тоже совсем не просто. Был момент, когда при выгрузке я случайно отпустил из рук трос, который являлся моей единственной связью между судном и бескрайним морем, и меня с большой скоростью стало уносить ветром. В тот момент я сильно испугался, но вовремя выдернул одно весло со дна лодки из-под аппаратуры и догрёб до борта судна, поймав верёвку, которую Виктор очень вовремя кинул навстречу мне.

Через полтора-два часа погрузка была завершена. Александр подтягивает свою лодку за верёвку на берег, в ней, по традиции, небольшой алкогольный презент. RA3AV с грустью смотрит на уплывающие триста метров верёвки Dainline, которая вряд ли ещё кому-то пригодится на этом острове...

Машем рукой Александру, — спасибо тебе, ты стал для нас другом за столь короткое время пребывания на острове и очень помог нам. Для него это ничего не стоило, наоборот, он был рад нашему появлению, и эти дни, пока мы были на острове, сильно отличались от его обычных будней, но если бы не он, наша экспедиция не состоялась...

ФНЧ на микросхеме MAX7400 в тракте ЗЧ трансивера

Иван ШОР (RA3WDK), г. Курск

Многие радиолюбители, используя несложную приёмопередающую аппаратуру (самодельную или ретро-трансиверы, а также различные модернизированные портативные радиостанции, выпущенные некогда для нужд народного хозяйства), сталкиваются с проблемой недостаточной избирательности их приёмных трактов. На сегодняшний день существуют несколько методов, позволяющих улучшить комфортность приёма сигнала в условиях сильных помех, как в телеграфном режиме, так и в телефонном. К наиболее распространённым методам можно отнести установку дополнительного фильтра селекции в тракт ПЧ, использование DSP или активных фильтров в тракте звуковой частоты.

В своём самодельном QRP-трансивере я решил проблему повышения селективности по соседнему каналу с помощью фильтра на переключаемых конденсаторах, выполненного на микросхеме MAX7400. Эта микросхема представляет собой управляемый эллиптический ФНЧ 8-го порядка с частотой среза от 1 Гц до 10 кГц. Управлять ею можно, изменяя частоту переключения конденсаторов, для чего удобно использовать внутренний генератор микросхемы. Отношение частоты генератора к частоте среза ФНЧ составляет 100:1, а значит, частота генератора должна меняться от 300 до 100 кГц для сдвига полосы среза фильтра от 3 до 1 кГц. Для управления микросхемой требуются два органа управления — включения/выключения фильтра и перестройкой частоты генератора. Ток, потребляемый микросхемой в активном режиме, не превышает 4 мА, а в дежурном режиме ("Shutdown") — менее 1 мкА.

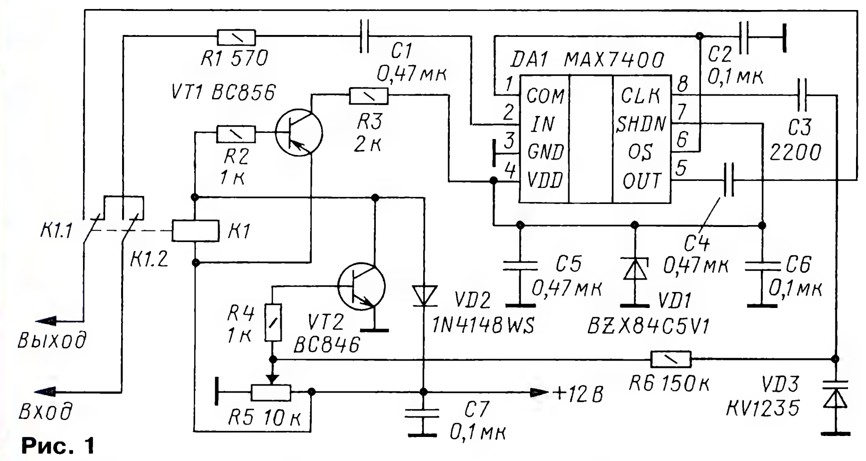


Рис. 1

Устройство, выполненное по схеме, приведённой на **рис. 1**, позволяет использовать для включения фильтра и регулировки частоты одну секцию сдвоенного переменного резистора, например, СП3-33 или его импортного аналога.

Транзистор VT2 открывается при появлении на его базовом выводе напряжения более 0,7 В, поступающего с переменного резистора R5, и включает реле K1. Одновременно через открывшийся транзистор VT1 на микросхему DA1 поступает питание. В выключенном состоянии реле K1 обеспечивает обход фильтра, что позволяет полностью устранить его влияние на тракт ЗЧ.

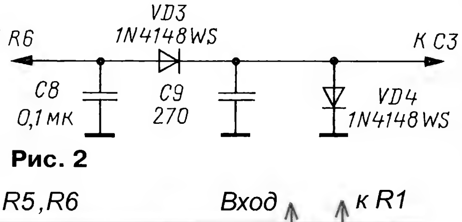
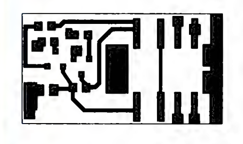


Рис. 2

В соответствии с техническими данными микросхемы MAX7400 ёмкость конденсатора для внутреннего генератора рассчитывается по формуле C(пФ) = 38000/F(кГц), где F(кГц) — частота генератора. Так, для изменения частоты генератора в интервале от 100 до 300 кГц необходимо изменение ёмкости конденсатора, подключённого к выводу 8 микросхемы, от 125 до 380 пФ. Таким требованиям удовлетворяют отечественные варикапы КВ135А, КВ139А или импортные BB112, BB212, BB130, KV1235 (широко использовались в импортных магнитолах). При их отсутствии можно использовать кремниевые диоды 1N4148WS в резистивном режиме, схема включения которых показана на **рис. 2**. Для сохранения нужного перекрытия по частоте конденсатор C3 в этом случае должен иметь ёмкость 510 пФ.

Фильтр смонтирован на печатной плате размерами 26,5×14,5 мм, изготовленной из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита (**рис. 3**,а и **рис. 3**,б). Все детали устройства — для поверхностного монтажа. Применены резисторы типоразмера 0603 или 0805, конденсаторы — типоразмера 0805 на напряжение 25 или 50 В с любым ТКЕ. На плате предусмотрена установка реле Omron G6K-2F-12VDC, но можно использовать и любое другое на напряжение 9...12 В.

После установки на плату всех деталей, кроме микросхемы DA1, рекомендую подать на плату питание и проверить напряжение на стабилитроне VD1, которое должно быть в пределах 4,9...5,1 В. Также необходимо проверить срабатывание реле K1 при повороте оси переменного резистора R5 от крайнего левого положения на 10...15 %. В крайнем левом положении реле должно быть выключено и обеспечивать обход фильтра сигналом.



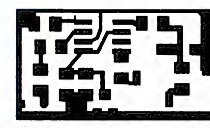
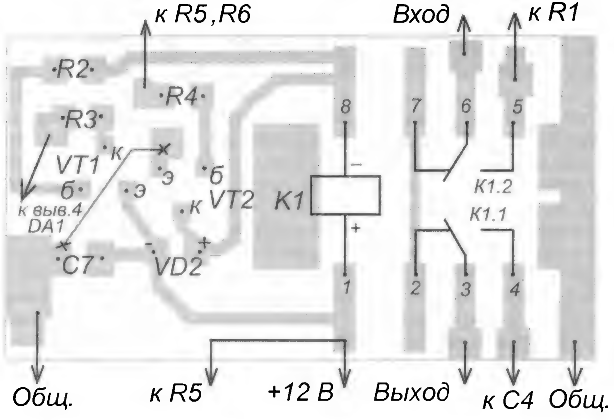


Рис. 3,а



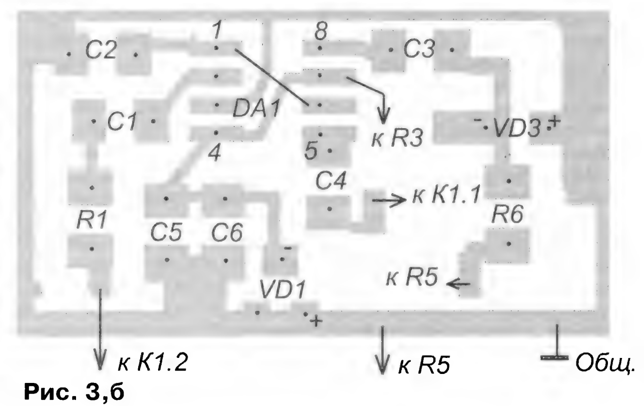


Рис. 3,б

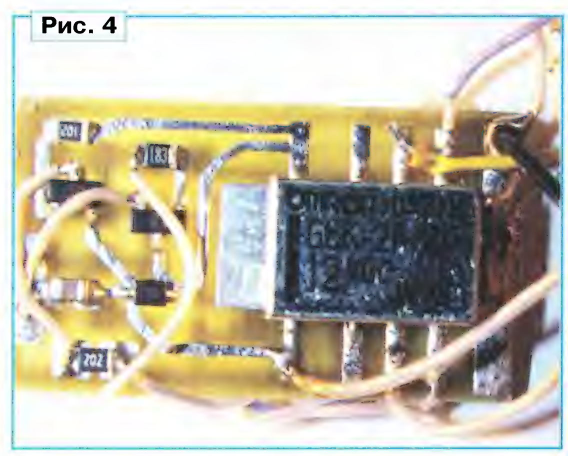


Рис. 4



Рис. 5

В зависимости от типа варикапа или для получения необходимой радиолюбителю АЧХ фильтра может понадобиться подбор конденсатора C3. Это можно сделать на слух или использовать какую-либо компьютерную программу для анализа спектра НЧ-сигналов.

Внешний вид устройства со стороны реле приведён на **рис. 4**. Плата помещена в термоусаживаемую трубку и установлена вблизи регулятора громкости УЗЧ (**рис. 5**). Для крепления использована армированная клейкая лента.

Фильтр желательно установить между каскадами усилителя ЗЧ, после предварительного каскада. Это особенно важно для приёмников прямого преобразования, где основное усиление сигнала происходит в тракте ЗЧ. Максимальный уровень сигнала, подаваемого на вход MAX7400, не должен превышать 150 мВ.

Зачастую отсутствие возможности установить на передней панели аппаратуры дополнительный орган управления сужением полосы останавливает радиолюбителей от модернизации. Здесь при недостатке свободного места можно взамен штатного переменного резистора на передней панели подобрать и установить переменный резистор с двумя независимыми секциями и совместить орган регулировки частоты среза ФНЧ с регулировкой по ЗЧ или ПЧ. Если позволяет свободное место за передней панелью, можно использовать отечественный резистор СП3-33-30 или СП3-10 (с буквенным индексом "б" или "в") с расположенным на оси выключателем. Сам фильтр следует расположить максимально близко к переменному резистору.

Знакомимся с диапазоном сверхдлинных волн

Александр КУДРЯВЦЕВ (RN3AUS), г. Москва

Международным регламентом радиосвязи частоты ниже 9 кГц не распределены, поэтому радиолюбители ряда европейских стран начиная с 2011 г. периодически проводят эксперименты по передаче и приёму сигналов в этом интересном сверхдлинноволновом диапазоне, получившем меткое название Dreamers Band ("диапазон мечтателей"). Первоначально использовалась частота 8970 Гц, однако с 2013 г. в Европе частоты 8300...9000 Гц выделены для изучения грозовой активности, поэтому на сегодняшний день актуальной радиолюбительской частотой является 8270 Гц.

Безусловно, длина волны свыше 36 км заставляет думать о крайне низкой эффективности любой передающей антенны, в качестве которых радиолюбители используют различные варианты имеющихся Г-образных антенн (например, для диапазона 160 метров), настроенных в резонанс с помощью удлиняющей катушки соответствующей индуктивности. В ряде случаев антенный провод длиной до 300 м поднимался с помощью воздушного змея (DK7FC) [1].

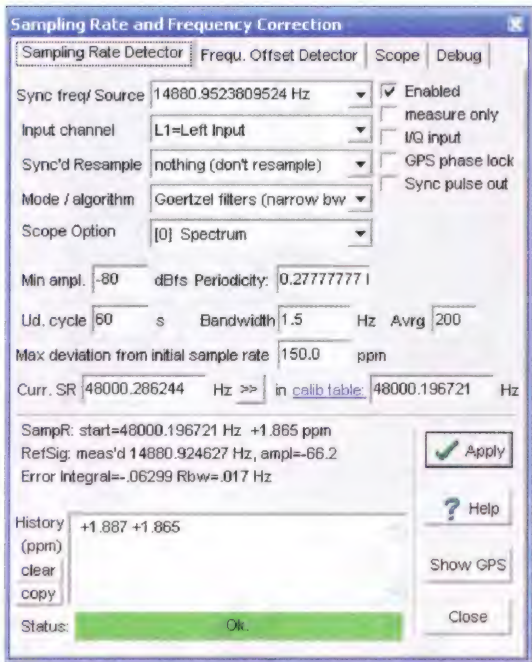


Рис. 1

Передача сигнала осуществляется посредством сверхмедленного телеграфа QRSS/DFCW с длительностью точки в несколько десятков минут, а также в некоторых цифровых режимах, таких как OPERA-4H, MFSK-37 и BPSK. Передача всего нескольких бит может продолжаться много часов; впрочем, уже сам факт приёма несущей на этом диапазоне является существенным достижением.

И достигнутые результаты впечатляют. Рекорд дальности на текущий момент составляет 6192 км на трансатлантической трассе между W4DEX и английским наблюдателем Paul Nicholson [2]. На трассах протяжённостью порядка 2000 км проведены 1-way и 2-way QSO в режиме DFCW, и даже осуществлена передача классического CW на несколько сотен километров.

В нашей стране излучение в эфир сигналов с частотой от 3 до 9 кГц без официального присвоения частоты не разрешено, хотя регистрация передающих устройств этого диапазона и не требуется. Администрация связи РФ обязана извещать зарубежные администрации обо всех проводимых экспериментах с излучением в этом диапазоне. Таким образом, отечественным радиолюбителям остаётся ограничиться работой на приём.

Аппаратура для приёма СДВ достаточно проста. Автор использовал самодельную приёмную установку, которая эксплуатировалась

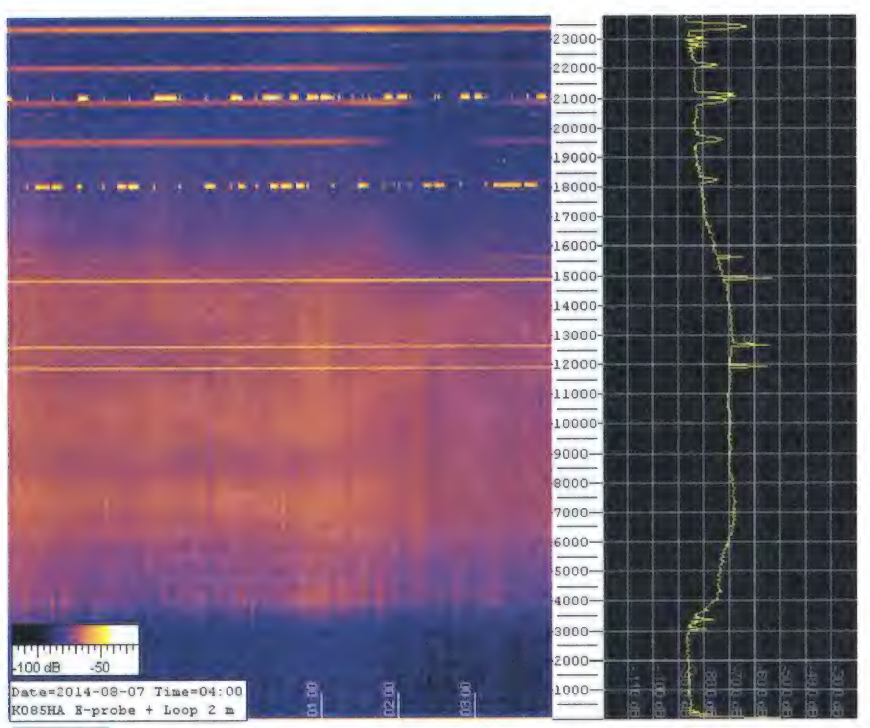


Рис. 2

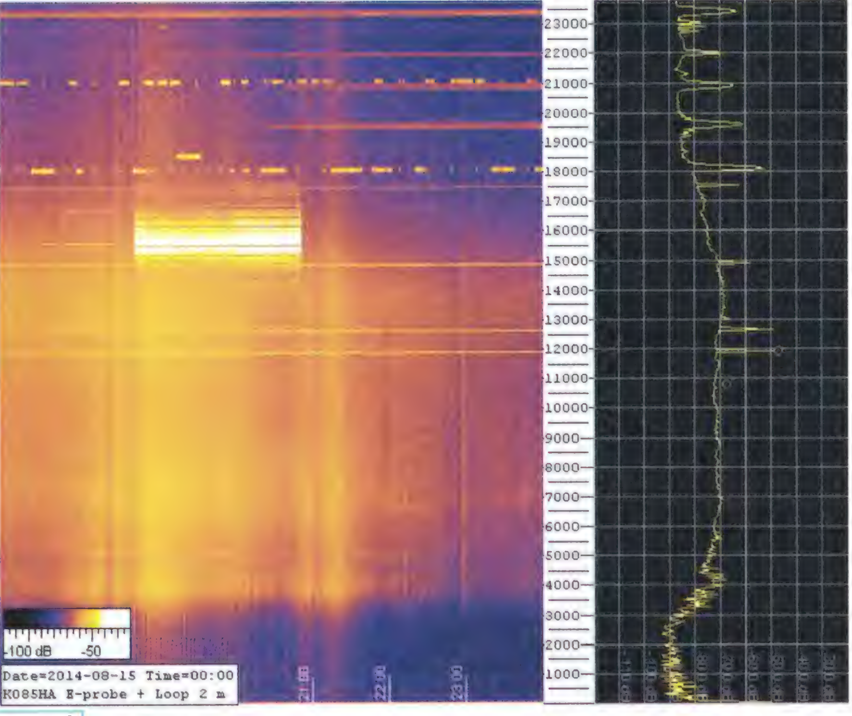


Рис. 3

в течение двух летних месяцев в круглосуточном режиме. Сигнал с приёмной антенны после соответствующей фильтрации подаётся непосредственно на вход звуковой карты компьютера, а вся дальнейшая обработка происходит в цифровой форме с помощью соответствующих программ [3, 4]. Тем не менее имеется ряд тонких моментов, незнание которых не позволит принять ничего, кроме треска помех от окружающих электроприборов.

Антенна должна обеспечивать приём столь низких радиочастот и при этом, по возможности, быть компактной, чтобы её можно было разместить в удалении от локальных источников помех. В качестве таких антенн обычно используются активные электрические или магнитные антенны.

Наилучших результатов приёма можно достичь в загородных условиях, вдалеке от крупных населённых пунктов. Каждый дом, в котором есть электроприборы, окутан толстым слоем "радиосмога": это, помимо фона переменного тока и его гармоник, целая сетка помех от импульсных источников питания, энергосберегающих ламп, телевизоров и других устройств. По этой причине антенну желательно установить как можно дальше от дома на диэлектрической мачте высотой 5...6 м. Слишком низкое расположение антенны над землёй нежелательно, так как в грунте также нередко протекают токи, растекающиеся от разного рода заземлителей. Эти токи, проходя через грунт, имеющий распределённое и случайно меняющееся от точки к точке сопротивление, будут наводить в антенне сигналы, похожие на жужжание и шорох. Каждый метр увеличения высоты установки антенны даёт определённое улучшение отношения сигнал/шум.

Конструкция электрической приёмной антенны подробно описана в [5]. Для использования этой антенны на СДВ необходимо лишь увеличить индуктивность дросселя питания L2 до 5...10 мГн.

Магнитную приёмную антенну я изготовил по схеме OK2BVG [6], несколько её доработав. Антенна состоит из датчика магнитного поля (магнитной рамки) и малошумящего усилителя, питаемого по коаксиальному кабелю.

Чтобы принимать обе компоненты электромагнитного поля, антенны установлены на одной мачте и подключены к коаксиальному кабелю параллельно, с помощью коаксиального тройника (Т-коннектора). Конечно, этот простейший способ не позволяет осуществлять какое-либо фазирование и выравнивание амплитуд, что необходимо для формирования кардиоидной диаграммы направленности. В итоге диаграмма получилась близкой к круговой в обеих плоскостях.

Также опыт показал, что для достижения минимального уровня шумов при приёме необходимо применять аккумуляторное питание.

Обрабатывать сигнал на компьютере лучше всего с помощью программы SpectrumLab, для которой есть готовые настройки, позволяющие реализовать слуховой приём на любой частоте СДВ-диапазона, вести длительное накопление и анализ сигналов как в широкой полосе, так и в районе частот радиолюбительской активности 8270 Гц. Объём статьи не позволяет подробно рассмотреть все необходимые настройки, информацию об этом можно почерпнуть на сайте [7].

Для первого знакомства с СДВ диапазоном и изучения помеховой обстановки можно порекомендовать режим SpectrumLab, выбираемый в меню "Quick Settings → Natural radio; animal voices → Sferics, Tweeks, Whistlers with filtered audio output".

Для приёма сверхмедленного телеграфа на СДВ служат режимы из меню "Quick Settings → Slow Morse reception (QRSS) → 600 sec/step, 1 mHz resolution, with SR CAL". SR CAL — sample rate correction (**рис. 1**) — режим автоматической коррекции частоты дискретизации звуковой карты по сигналу одной из СДВ-станций. Дело в том, что полоса анализируемых частот в режиме QRSS-600 составляет всего лишь несколько сотых (!) долей Герца. Если частота дискре-

тизации будет отличаться от номинала, легко не увидеть искомый сигнал — он окажется в стороне от окна приёма! А ведь используют и QRSS-60000 с совсем уже запредельным спектральным разрешением в 47 мкГц...

В результате наблюдений были успешно приняты CW-сигналы мемориальной СДВ-радиостанции SAQ Grimmenton, использующей 200 кВт электромашинный передатчик, находящийся в строю уже почти 95 лет [8].

К сожалению, по разным причинам несколько европейских радиолюбителей, имеющих передающую СДВ-аппаратуру, не смогли принять участие в экспериментах. Поэтому основное своё внимание я уделил наблюдениям за фоном грозовой активности. Для этого программа SpectrumLab была настроена для накопления и регистрации спектра принимаемых сигналов во всей полосе 0...23 кГц с большим усреднением: спектрограмма сдвигается на один пиксель за 1 минуту (**рис. 2**). На скриншоте хорошо видны линии, соответствующие сигналам служебных СДВ передатчиков, расположенных по частоте выше 12 кГц. Частоты ниже 4 кГц оказались поражены сеткой местных помех, излучаемых проводами поселковой силовой сети. На интервале 4...12 кГц никаких сигналов искусственного происхождения нет: это "царство молний". Засветка вертикальными штрихами соответствует разрядам близких и далёких гроз. Если надеть головные телефоны, подключив их к звуковой карте, мы услышим необычную акустическую картину, состоящую из частых щелчков, похожих на песчинки, будто бы сыплющиеся на стеклянную пластину. Это грозовые импульсы, "статика" ("sferics"). В светлое время суток преобладают разряды от близких гроз. Ночью же звучание меняется — щелчки приобретают характерный "подзвон", похожий на падение дробинок на металлическую пластину (атмосферики или "tweeks"). Это сигналы от далёких грозовых разрядов, преодолевшие по несколько тысяч километров и испытавшие частотную дисперсию в волноводе Земля—ионосфера. Днём они замаскированы более близкими и "сухими" щелчками, ночью же местная грозовая активность, как правило, уменьшается, и дальние грозовые разряды проступают более отчётливо. Наиболее интересные сигналы можно услышать во время вечерних сумерек. Несколько раз были слышны длинные множественные ниспадающие свисты, "свистящие атмосферики" ("whistlers"), образующиеся в результате захвата СДВ-радиоволны магнитосферой. При этом радиоволна, распространяясь из магнитосопряжённой точки вдоль силовой линии геомагнитного поля, преодолевает несколько сот тысяч километров, уходит далеко в космос и вновь возвращается к Земле, испытывая при этом большую дисперсию (чем ниже частота, тем больше задержка). Достаточно интересно наблюдать в действии этот своеобразный механизм распространения радиоволн, когда Подмосковье оказывается соединено магнитной силовой линией с точкой в Южном полушарии, находящейся где-то в районе острова Кергелен. Когда там бьёт молния, мы можем услышать "свистящий атмосферик".

В одну из ночей на спектрограмме были обнаружены так называемые "поперечные резонансы" волновода Земля—ионосфера (**рис. 3**) с шагом между спектральными максимумами 1,7 кГц, что соответствует результатам, описанным в научной литературе [9]. Условия приёма в эту ночь, по-видимому, были в чём-то уникальны, так как за всё остальное время наблюдений больше поперечные резонансы ни разу не фиксировались.

На спектрограммах можно наблюдать селективные замирания спектра грозовых разрядов, характер которых меняется от ночи к ночи (см. рис. 2). На закате и на рассвете заметно наличие допплеровского частотного сдвига интерферирующих лучей, что может объясняться их отражением от движущейся зоны наклона ионосферы в области терминатора.

Также интересно было отметить связь степени выраженности замираний с местными погодными условиями. В частности, отмечалась следующая зависимость: в жаркую погоду замирания были не очень выражены, как бы "замыты". Затем проходил фронт холодного воздуха с грозами, которые наиболее активны примерно в 16...17 ч местного времени. К ночи погода успокаивалась, устанавливалась прохлада с переменной облачностью. В эту и последующую ночи регистрировались наиболее чёткие и интересные интерференционные картины. Возможно, это объясняется наличием многочисленных местных шорохов и разрядов в преддверии приближающегося атмосферного фронта и их резким исчезновением после его прохождения. Кроме того, "радиовспышки" удаляющегося грозового очага могут давать интенсивную "подсветку" пространственного волновода.

Несмотря на простоту аппаратуры и несложность проведения наблюдений, даже первое внимательное знакомство с диапазоном сверхдлинных волн оказалось очень познавательным и с технической, и с научной точки зрения. Наблюдались многие тонкие эффекты в структуре поля, проявляющие себя вблизи линии терминатора, описание которых удалось найти лишь в специальной научной литературе. Было очень интересно, читая о том или ином эффекте, обнаруживать его проявление на принятых спектрограммах.

Хотя эксперимент по любительской радиосвязи на СДВ, к сожалению, не состоялся, тем не менее мне удалось "заглянуть" в мир далёких гроз, дыхания ионосферы, незаметных и сложных процессов "природного Радио".

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт DK7FC. — URL: **http://www.qrz.com/db/dk7fc** (18.11.14).
2. Трансатлантический эксперимент. — URL: **http://w4dex.com/vlf/8971Hz/** (18.11.14).
3. Программа SpectrumLab. — URL: **http://www.qsl.net/dl4yhf/spectra1.html** (18.11.14).
4. Программа SAQRX. — URL: **https://sites.google.com/site/sm6lkm/saqrx** (18.11.14).
5. **Кудрявцев А.** Приёмник и антенна диапазона 136 кГц, или с чего начать освоение ДВ. — Радио, 2011, № 12, с. 54—57; 2012, № 1, с. 61—63.
6. Сайт OK2BVG. — URL: **http://www.ok2bvg.cz** (18.11.14).
7. Файлы настроек для SpectrumLab. — URL: **http://df6nm.darc.de/vlf/vlfgrabber.htm** (18.11.14).
8. Радиостанция SAQ. — URL: **http://alexander.n.se/** (18.11.14).
9. **Швец А.** "Экспериментальное исследование распространения СНЧ-СДВ атмосфериков и динамика мировой грозовой активности". — Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. — Харьков, 1994.

ЛУКЬЯНЕНКО Е., НИКИТИНА Н., СТАРЫХ А. Термометр повышенной точности с датчиком DS18S20. — Радио, 2014, № 5, с. 48, 49.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме датчика температуры BK1. Резисторы — любые малогабаритные указанной на схеме мощности рассеяния (МЛТ, С2-33 и т. п.), конденсаторы — керамические К10-17, КМ или импортные аналоги, кварцевый резонатор ZQ1 — в корпусе HC-49/U, остальные детали — указанных в статье типов. Во избежание выхода микроконтроллера из строя во время пайки (из-за перегрева или воздействия статического электричества) рекомендуется установить для него на плате 40-гнёздную панель.

ПЕТРОВ П. Калибратор осциллографа. — Радио, 2014, № 7, с. 19.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме переключателей SA1, SA3, SA4, выключателя питания SA2 и розетки XS1. Постоянные резисторы — любые малогабаритные (МЛТ, С2-33 и т. п.), подстроечные — PV32H (СП3-19а), конденсаторы С1—С3,С5 — керамические К10-17, КМ, С4 — оксидный импортный. Остальные детали — указанных в статье типов. При разработке платы признано целесообразным поменять местами светодиод HL1 и резистор R6. Отверстия, изображённые двумя концентрическими окружностями, предназначены для проводов, соединяющих плату с розеткой XS1 (числа 1—11 рядом с этими отверстиями — номера её контактов).

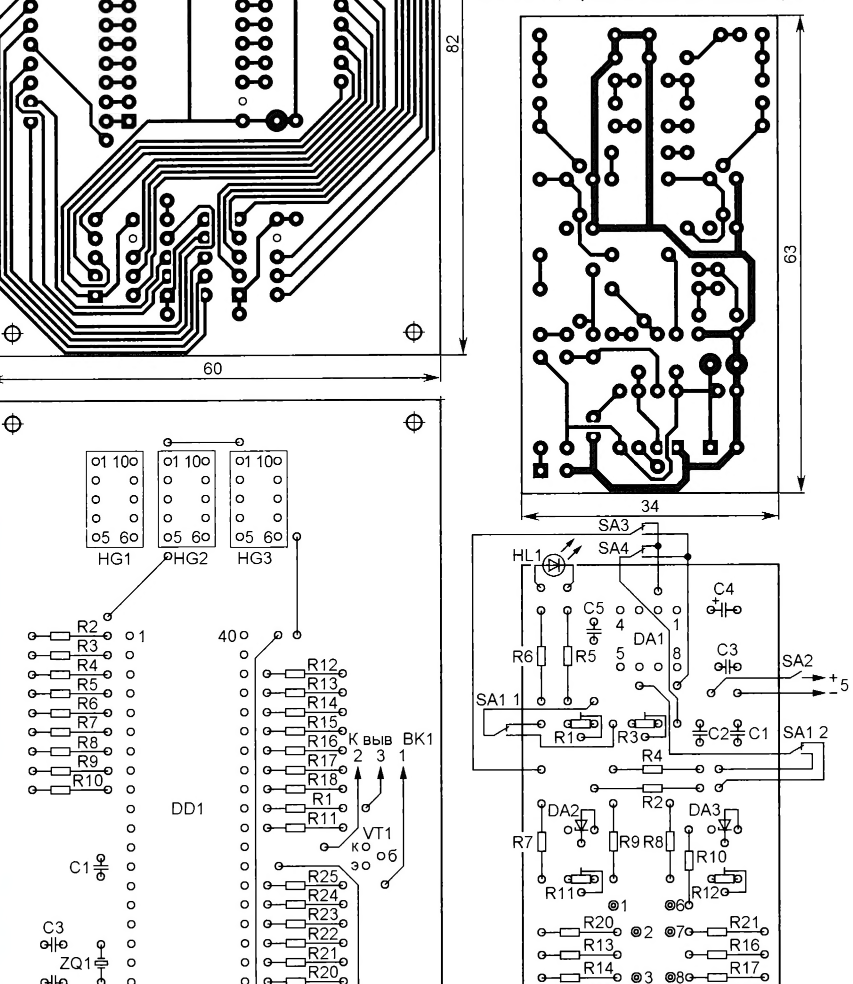


Рис. 1

Рис. 2

КОВТУН А. Пособие для изучения АЦП и ШИМ. — Радио, 2014, № 1, с. 48, 49.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 3**. На ней размещены все детали, кроме кнопки SB1. Постоянные резисторы — любые малогабаритные (МЛТ, С2-33 и т. п.), переменный

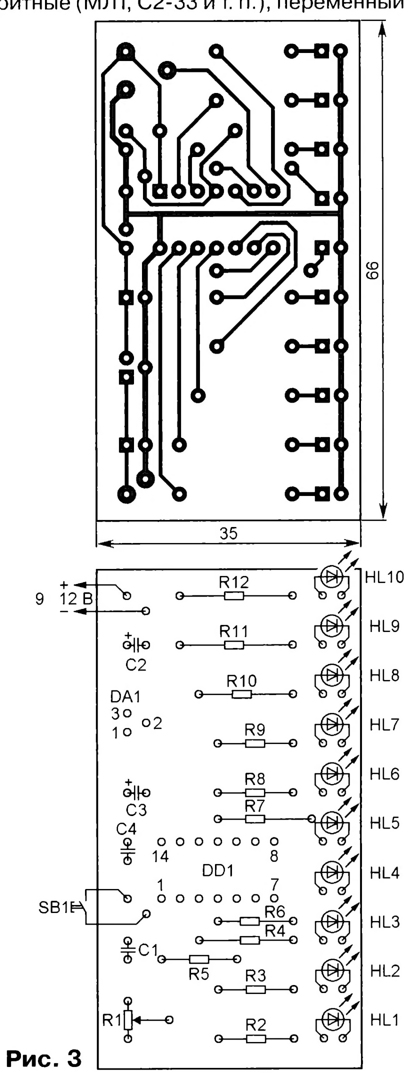


Рис. 3

R1 — СП4-1, конденсаторы С1, С4 — керамические К10-17, КМ, С2, С3 — оксидные импортные. Остальные детали — указанных в статье типов. Во избежание выхода микроконтроллера из строя во время пайки (из-за перегрева или воздействия статического электричества) рекомендуется установить на плате 14-гнёздную панель.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

*Фото к статье **Р. ИВАНЮШКИНА "Радиоприёмник "Балтика"** ("Радио", 2014, № 4, с. 16, 17) взята с сайта **www.hammarlund.ru**. Её автор — Антон Александрович Горский.*

РАДИО®
ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ
E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00
РАДИО № 1, 2015



Цена одного номера ЭЛЕКТРОННОЙ копии журнала "Радио" с доставкой по электронной почте на 2015 год НЕ изменилась!

50 рублей



Загрузите бесплатно номер журнала "Радио" на свой планшет или ПК.

Электронная копия журнала "Радио" представляет собой копию бумажного журнала "Радио" в виде файла с расширением pdf до 20 мб. На персональных компьютерах журнал можно прочитать с помощью бесплатной программы Adobe Acrobat reader. При необходимости можно распечатать необходимые статьи на принтере. На планшетах с операционными системами IOS и Android для просмотра можно использовать встроенные программы просмотра pdf файлов.

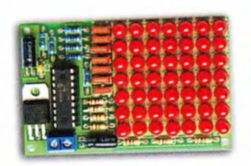
Период подписки 1 год. Стоимость подписки на 1 год 600 рублей (за 12 номеров). Подписаться можно с любого номера. Даже с № 12 2015 года. Тогда Вы будете получать журналы включительно по ноябрь 2016 года.

Услуга распространяется только на физических лиц. На страничке http://el.radio.ru Вы сможете подробнее узнать о подписке на электронную копию.

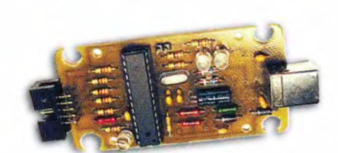


НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

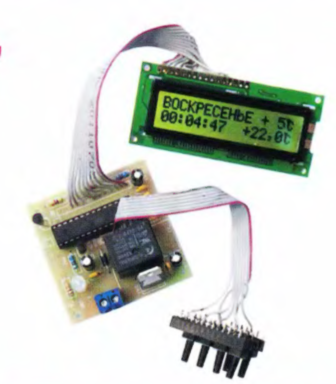
http://kits.radio.ru



«Автомат световых эффектов на микроконтроллере».



«USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910».



«Программируемый терморегулятор для системы отопления».



«Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676».



«Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П»,

«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения».

ЖУРНАЛ РАДИО

2015

Январь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Февраль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

Март

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

ЖУРНАЛ РАДИО

Апрель

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Май

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Июнь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

2015

Июль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Август

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Сентябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

ЖУРНАЛ РАДИО

2015

Октябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Ноябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Декабрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

2015

ЖУРНАЛ РАДИО